

Periodical Part, Published Version

**Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.)**

**BAWEmpfehlung Instandsetzungsprodukte – Hinweise für  
den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen  
Produktmerkmalen und Prüfverfahren. Ausgabe 2017**

BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104351>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

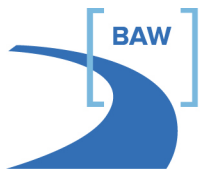
Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.) (2017): BAWEmpfehlung Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen und Prüfverfahren. Ausgabe 2017. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau (BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien).

**Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.

Verwertungsrechte: Alle Rechte vorbehalten

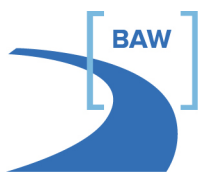


**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

**BAW**Empfehlung

**Instandsetzungsprodukte – Hinweise für den Sachkundigen  
Planer zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen  
und Prüfverfahren**

Ausgabe 2017



**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

## BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien Herausgeber

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)  
Kußmaulstraße 17  
76187 Karlsruhe

Postfach 21 02 53  
76152 Karlsruhe

Tel.: 0721 9726-0  
Fax: 0721 9726-4540

info@baw.de  
www.baw.de

## Verfasser

Biskupek, Dirk, Neubauamt für den Ausbau des Mittellandkanals Hannover  
Espert, Manfred, Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Nürnberg  
Eßer, Angelika, Universität Duisburg-Essen  
Kempkens, Eckhard, Bundesanstalt für Straßenwesen  
Kühne, Hans-Carsten, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung  
Reschke, Thorsten, Bundesanstalt für Wasserbau  
Rubba, Uwe, w&s bau-instandsetzung GmbH  
v. Thaden, Harald, WTM Engineers GmbH  
Walter, Bernd, Amt für Neckarausbau Heidelberg  
Westendarp, Andreas, Bundesanstalt für Wasserbau  
Wolff, Lars, Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff GmbH & Co. KG

Übersetzung, Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers: © BAW 2017

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1 Anwendungshinweise	2
2 Produkte und Systeme für die Instandsetzung mit Betonersatz	3
2.1 Allgemeines	3
2.2 Betonersatz aus Spritzmörtel/Spritzbeton gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 5	5
2.2.1 Spritzmörtel/Spritzbeton auf Basis von DIN EN 14487 und DIN 18551	5
2.2.2 Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC (unbekannte Zusammensetzung)	11
2.3 Betonersatz im Handauftrag gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 6	18
2.3.1 Betonersatz im Handauftrag auf Basis der DAfStb-Trockenbeton-Richtlinie	18
2.3.2 Betonersatz im Handauftrag RM oder RC (unbekannte Zusammensetzung)	24
3 Produkte und Systeme für den Oberflächenschutz	31
3.1 Allgemeines	31
3.2 Schichtdicken	32
3.3 Hinweise zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen	34
3.3.1 Wasserdampf-Durchlässigkeit	34
3.3.2 Rissüberbrückungsfähigkeit	34
3.3.3 Brandverhalten	34
3.4 Oberflächenschutzsysteme gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 7	35
3.4.1 Oberflächenschutzsystem OS 1 (OS A)	35
3.4.2 Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS C)	37
3.4.3 Oberflächenschutzsystem OS 5 (OS D)	42
4 Produkte und Systeme für das Schließen, Abdichten und Verbinden von Rissen/Rissflanken mit kraftschlüssigen und dehnbaren Rissfüllstoffen	47
4.1 Allgemeines	47
4.2 Rissfüllstoffe gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 8	47
4.2.1 Allgemeines	47
4.2.2 Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen (F)	50
4.2.3 Rissfüllstoffe zum dehnbaren Füllen (D)	65
4.2.4 Rissfüllstoffe zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) und zum Abdichten	69
4.3 Angaben zur Ausführung mit Rissfüllstoffen	69
A1 Prüfungen für Betonersatzsysteme	82
A1.1 Festigkeit nach Lagerungen A und B	82
A1.2 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	84
A1.3 Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung (WWB)	84
A1.4 Herstellung von Grund- und Verbundkörpern für Verbundprüfungen	85
A1.5 Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	89
A1.6 Behindertes Schwinden	91
A1.7 Feststellung der Spritzeignung	92
A1.8 Frischmörtelrohddichte gespritzte Probe	93
A1.9 Konsistenz, Rohddichte und Luftgehalt Frischmörtel	93
A1.10 Konsistenzänderung Frischmörtel	94

A2 Prüfungen für Rissfüllstoffe	95
A2.1 Rissfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren	95
A2.1.1 Prüfung am Verbundsystem: Kraftschlüssiger polymerer Rissfüllstoff F(P) im Riss	95
A2.1.2.2 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 1)	97
A2.1.2.3 Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfart 1)	98
A2.1.2.4 Füllgradbestimmung (Prüfart 1)	99
A2.1.2.9 Füllgradbestimmung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	100
A2.1.2.10 Druckfestigkeitsmessung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)	100
A2.1.3 Prüfungen am Verbundsystem: Dehnbares Füllen von Rissen mit polymeren Rissfüllstoffen D(P)	101
A2.1.3.1 Allgemeines	101
A2.1.3.2. Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)	102
A2.1.3.3 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)	102
A2.1.3.4 Dehnbarkeitsmessung (Prüfart 1)	103
A2.1.3.5 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)	103
A2.1.3.6 Füllgradbestimmung (Prüfart 2)	103
A2.2 Bilder Probekörper und Prüfungen	104

## **Vorbemerkung**

Dieses Dokument hat empfehlenden Charakter. Es soll den Sachkundigen Planer bei der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen unterstützen.

## 1 Anwendungshinweise

Für Betonersatzsysteme gemäß Abschnitt 5 und 6, für Oberflächenschutzsysteme gemäß Abschnitt 7 und für das Füllen von Rissen und Hohlräumen gemäß Abschnitt 8 der ZTV-W LB 219 sind vom Sachkundigen Planer gemäß Abschnitt 0 der ZTV-W LB 219 in Abhängigkeit von den Einwirkungen auf das instand zu setzende Bauwerk bzw. Bauteil und im Hinblick auf das Erreichen der jeweiligen Instandsetzungsziele die erforderlichen Leistungsmerkmale der zu verwendenden Instandsetzungssysteme festzulegen. Der Sachkundige Planer muss hierzu gemäß ZTV-W LB 219 projektspezifisch festlegen:

- a) Welche Produktmerkmale, zugehörige Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Verwendbarkeit erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Produktmerkmale durch das bauausführende Unternehmen erfolgen muss.
- b) Welche Produktmerkmale, zugehörige Prüfverfahren und Anforderungen im Hinblick auf den Nachweis der Übereinstimmung erforderlich sind und in welcher Form der Nachweis dieser Produktmerkmale durch das bauausführende Unternehmen erfolgen muss.
- c) Welchen Aufbau und Mindestumfang die verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers aufweisen müssen.

Die entsprechenden vertraglichen Anforderungen an das ausführende Unternehmen finden sich in ZTV-W LB 219, 1.6.1.2.

zu a):

Bei der Festlegung der Produktmerkmale sind die Aspekte

- Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der Instandsetzungssysteme
- Sicherstellung des Verbunds zwischen Instandsetzungssystem und instand zu setzendem Bauteil bzw. Bauwerk
- Erreichen der Instandsetzungsziele

zu berücksichtigen. In den folgenden Abschnitten werden Hinweise gegeben, welche bauwerksbezogenen Produktmerkmale vor diesem Hintergrund angemessen sein können. Hinsichtlich geeigneter Prüfverfahren und einzuhaltender Anforderungen werden in den entsprechenden Tabellen der nachfolgenden Abschnitte Empfehlungen gegeben. Beschreibungen der Prüfverfahren, welche nicht bereits in Normen und Regelwerken erfasst sind, finden sich in den Anlagen A1 und A2.

Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale muss gemäß ZTV-W LB 219 projektspezifisch durch das bauausführende Unternehmen an der zur Verwendung vorgesehenen Charge erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er die Prüfungen zum Nachweis der Verwendbarkeit durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen. Als Nachweis der Verwendbarkeit wird eine prüffähige Bescheinigung einer entsprechend Art. 30 BauPVO qualifizierten Stelle<sup>1</sup> regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt. Das Nachweisverfahren „Herstellererklärung“ sollte nur bei Instandsetzungsmaßnahmen zur Anwendung kommen, bei denen die Erhaltung der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit nicht bzw. von untergeordneter Bedeutung sind.

---

<sup>1</sup> Für Deutschland ist das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) die nach Art. 30 BauPVO für alle Produktbereiche benannte technische Bewertungsstelle.

zu b):

Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis können den entsprechenden Tabellen in den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden. Der Nachweis der Einhaltung der geforderten Produktmerkmale muss gemäß ZTV-W LB 219 projektspezifisch durch das bauausführende Unternehmen erfolgen. Sofern der Auftragnehmer selbst nicht über entsprechende Prüfeinrichtungen und Voraussetzungen verfügt, muss er die Prüfungen zum Nachweis der Übereinstimmung durch eine hierfür nachweislich geeignete Prüfstelle erbringen lassen. Als Nachweis der Übereinstimmung wird die prüffähige Bescheinigung gemäß a) regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügt.

Der Sachkundige Planer sollte prüfen, ob eine Differenzierung zwischen Art und Umfang eines Übereinstimmungsnachweises generell und Annahmeproofungen für die Baustelle zulässig sind und ggf. entsprechende Regelungen in die Leistungsbeschreibung aufnehmen.

Die Übereinstimmung der Baustoffe, Baustoffsysteme und Bauteile mit dem im Rahmen des Nachweises der Verwendbarkeit untersuchten und bewerteten Baustoffen, Baustoffsystemen und Bauteilen ist vom Auftragnehmer vor und während der Bauausführung durch einen Übereinstimmungsnachweis gemäß Leistungsbeschreibung sicher zu stellen und durch entsprechende Übereinstimmungsbestätigungen zu dokumentieren.

zu c):

Für werkmäßig hergestellte Baustoffe und Baustoffsysteme sind gemäß ZTV-W LB 219 vom Auftragnehmer verbindlichen „Angaben zur Ausführung“ des Herstellers beizubringen, welche in Aufbau und Inhalt den Anforderungen der Leistungsbeschreibung genügen müssen. Empfehlungen zu Aufbau und Inhalt der „Angaben zur Ausführung“ können den entsprechenden Tabellen in den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden.

Die „Angaben zur Ausführung“ in der prüffähigen Bescheinigung gemäß a) werden regelmäßig als gleichwertige Alternative anerkannt, sofern diese den Anforderungen der Leistungsbeschreibung vollumfänglich genügen.

## **2 Produkte und Systeme für die Instandsetzung mit Betonersatz**

### **2.1 Allgemeines**

Gemäß ZTV-W LB 219 können Instandsetzungsmaßnahmen mit Betonersatz, welcher nur über Adhäsion mit dem Betonuntergrund verbunden ist (unverankert) und keine Bewehrung enthält (unbewehrt) mit

- Spritzmörtel/Spritzbeton (unverankert, unbewehrt) gemäß Abschnitt 5 für die Altbetonklassen A2, A3, A4 und A5 oder
- mit Betonersatz aus Zementmörtel/Beton (unverankert, unbewehrt) im Handauftrag gemäß Abschnitt 6 für die Altbetonklassen A4 und A5

ausgeführt werden.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Baustoffe für Instandsetzungen mit Betonersatz, welche für die Instandsetzung von Wasserbauwerken aus Beton gemäß ZTV-W LB 219, Tabelle 0.3, für den Auftrag in dünnen Schichten ( $\leq 60$  mm) geeignet sind.



Tabelle 1: Produkte für die Instandsetzung mit Betonersatz gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitte 5 und 6

Nr.	Produkte für Instandsetzungen mit Betonersatz	Abschnitt ZTV-W LB 219
1	Spritzmörtel/Spritzbeton S-A2, S-A3, S-A4 und S-A5 auf Basis von DIN EN 14487 und DIN 18551 mit zusätzlichen Merkmalen	Abschnitt 5
2	Spritzmörtel SRM-A2, SRM-A3, SRM-A4 und SRM-A5 oder Spritzbeton SRC-A2, SRC-A3, SRC-A4 und SRC-A5 (unbekannte Zusammensetzung)	
3	Betonersatz im Handauftrag M-A4 und M-A5 auf Basis der DAfStb-Richtlinie „Herstellung und Verwendung von Trockenbeton“ mit zusätzlichen Merkmalen	Abschnitt 6
4	Betonersatz im Handauftrag RM-A4 und RM-A5 oder RC-A4 und RC-A5 (unbekannte Zusammensetzung)	

Als Ausgangsstoffe zur Herstellung der Produkte gemäß Tabelle 1 sollten nur Zemente CEM I, CEM II oder CEM III eingesetzt werden, die gemäß DIN 1045-2, Tab. F.3.1, für die gegebenen Expositionsklassen geeignet sind.

Für Betonersatz mit bekannter Zusammensetzung (Tabelle 1, Zeilen 1 und 3) sind gemäß ZTV-W LB 219 zur Sicherstellung des Chlorideindringwiderstands bei den Expositionsklassen XD2, XD3, XS2 und XS3 folgende Bindemittel zu verwenden:

- CEM I und CEM II-Zemente in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der Flugaschegehalt mindestens 20 M.-% von (z+f) betragen muss.
- CEM III/A in Verbindung mit Flugasche als Betonzusatzstoff, wobei der Flugaschegehalt mindestens 10 M.-% von (z+f) betragen muss.

Alternativ kann ein hinreichender Chlorideindringwiderstand gemäß BAW-MDCC nachgewiesen werden.

Für die Bauteileinwirkung mechanischer Verschleiß XM und Chemischer Angriff XA gemäß ZTV-W LB 219 liegen derzeit keine einheitlichen Prüfverfahren zur Ermittlung des bauwerks- oder bauteilbezogenen Widerstandes vor. Deshalb werden für diese Bauteileinwirkungen folgende Nachweisoptionen empfohlen:

- a) Nachweis und Entscheidung über den projektspezifischen Nachweis der Verwendbarkeit unter den gegebenen Bauteileinwirkungen durch den Sachkundigen Planer.
- b) Der projektspezifische Nachweis der Verwendbarkeit wird in Analogie zur DIN EN 206-1/DIN 1045-2 über die Erfüllung der Anforderungen an die Betonzusammensetzung für die jeweilige Expositionsklasse erbracht (Herstellererklärung). Bei Abweichungen von einem Größtkorn der Gesteinskörnung von 32 mm sollte der Mindestzementgehalt um 10 % bei Größtkorn  $\leq 16$  mm und um 20 % bei Größtkorn  $\leq 8$  mm erhöht werden. Der Höchstzementgehalt für die Expositionsklasse XM1 beträgt in diesen Fällen bei Größtkorn  $\leq 16$  mm 380 kg/m<sup>3</sup> und bei Größtkorn  $\leq 8$  mm 400 kg/m<sup>3</sup>. Die Erfüllung dieser Anforderungen an die Zusammensetzung müssen für die SRM und SRC-Produkte in geeigneter Form nachgewiesen werden.

## 2.2 Betonersatz aus Spritzmörtel/Spritzbeton gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 5

### 2.2.1 Spritzmörtel/Spritzbeton auf Basis von DIN EN 14487 und DIN 18551

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel/Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 als Betonersatz S-A5, S-A4, S-A3 und S-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenz- beton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>8)</sup>	Prüfkörper	Anforderung			
							S-A5	S-A4	S-A3	S-A2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ausgangsstoffe										
1	XALL	Kornzusammen- setzung	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn			
Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)										
2	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln			
3	XALL	Festigkeit Lagerung B	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.9	2, 7, 28 d	Prismen (3 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln			
Frischmörtel (gespritzte Probe)										
4	XALL	Frischmörtelroh- dichte	-	Anhang A1.8	-	Spritzpfanne	Wert ermitteln <sup>7)</sup>			
Festmörtel (gespritzte Probe)										
5	XALL	Haftzugfestig- keit <sup>1)</sup> Lagerung B	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 28 d	Platten (3)	MW $f_{HZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
6	XALL	Schwinden und Begrenzung statischer E-Modul <sup>2)</sup>	-	DIN EN 12617-4 in Verbindung mit Zeile 16	28 d; 90 d	Prismen (2 Sätze)	$\leq 0,9 \text{ ‰}$ nach 90 d   			

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel/Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 als Betonersatz S-A5, S-A4, S-A3 und S-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen  
(Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>8)</sup>	Prüfkörper	Anforderung			
							S-A5	S-A4	S-A3	S-A2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund Rissbreite $\leq 0,10$ mm			
8	XC1 – XC4	Carbonatisierungsfortschritt	-	BAW-MDCC	140 d	Prismen (4 Sätze)	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert ermitteln und angeben <sup>5) 6)</sup>			
9a	XBW, XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90} \text{ (Lag. B)}$			
9b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\geq 60 \text{ N/mm}^2$	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$	$\geq 25 \text{ N/mm}^2$	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$
9c	XBW, XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (2 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$			
9d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\geq 10 \text{ N/mm}^2$	$\geq 8 \text{ N/mm}^2$	$\geq 6 \text{ N/mm}^2$	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$
9e	XBW, XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung	-	Anhang A1.3	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} \text{ (MW)} \geq 0,60 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$			
9f	XBW, XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	-	Anhang A1.2	90 d 56 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq f_{BZ,56} \text{ (Lag. Ca(OH))}$			
10	XBW, XW1, XW2, XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung <sup>1)</sup>	MC 0.40 A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{HZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10$ mm	MW $f_{HZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10$ mm	MW $f_{HZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10$ mm	MW $f_{HZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10$ mm
11	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d			

Tabelle 2: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel/Spritzbeton nach DIN EN 14487 und DIN 18551 als Betonersatz S-A5, S-A4, S-A3 und S-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen  
(Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>8)</sup>	Prüfkörper	Anforderung			
							S-A5	S-A4	S-A3	S-A2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	XF3	Frostwiderstand (CIF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.000 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.750 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$			
13	XF4	Frost-Tausalz-Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.500 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.800 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$			
14	XD2-XD3, XS2-XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC	32 d	Bohrkerne	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert ermitteln und angeben <sup>5)</sup>			
15	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	MC 0.40 A3, A2	Anhang A1.5	56 d Balken + 28 d	Balken (1)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	Mörtel für XDYN nicht geeignet
16	XSTAT	Elastizitätsmodul (statisch)	-	DIN EN 13412	28 d	Je 3 Prismen für Druckfestigkeit und E-Modul	$\geq 30 \text{ GPa}$	$\geq 20 \text{ GPa}$	$\geq 15 \text{ GPa}$	Mörtel für XSTAT nicht geeignet

<sup>1)</sup> Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

<sup>2)</sup> Alternativ kann mit Ausnahme der Expositionsklasse XSTAT der dynamische Elastizitätsmodul ermittelt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung  $E_{dyn} \geq 35.000 \text{ MPa}$  (SRM-A5 oder SRC-A5),  $E_{dyn} \geq 25.000 \text{ MPa}$  (SRM-A4 oder SRC-A4) bzw.  $\geq 18.000 \text{ MPa}$  (SRM-A3 oder SRC-A3).

<sup>3)</sup> Ermittelt an gespritzten Probekörpern.

<sup>4)</sup> Rechenwert für den Sachkundigen Planer (s. a. Hinweis auf Dauerstandfestigkeit).

<sup>5)</sup> Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (BAW-MDCC).

<sup>6)</sup> Bei Einhaltung der Mindestbetondeckung gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 1.3.2, ist eine Prüfung und Bewertung des Carbonatisierungsfortschritts nicht erforderlich.

<sup>7)</sup> Bezugswert für die Eigenüberwachung der Ausführung.

<sup>8)</sup> Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

Tabelle 3: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Spritzmörtel/Spritzbeton nach Tabelle 2

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 2	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	$\pm 5$ M.-% für Prüfkorngrößen $\geq 0,125$ mm
<b>Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)</b>			
2	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2	Ausbreitmaß: $\pm 2$ cm; Rohdichte: $\pm 0,10$ kg/dm <sup>3</sup> Luftgehalt: $\pm 2$ Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
3	Festigkeit Lagerung B	Zeile 3	$\Delta f_{D,28} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20$ %
<b>Prüfungen am Frischmörtel (gespritzte Probe)</b>			
4	Frischmörtelrohichte <sup>1)</sup>	Zeile 4	Unterschreitung Wert Tabelle 2 $\leq 0,07$ kg/dm <sup>3</sup>
<b>Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)</b>			
5	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 9a Zeile 9c	$\Delta f_{D,90} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,90} = \pm 20$ %
6	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 9b Zeile 9d	$\Delta f_{D,28} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20$ %
7	Quellen	Zeile 11	$\Delta \varepsilon_Q = \pm 20$ % nach 28 d
8	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul <sup>2)</sup>	Zeile 6 Zeile 16	$\Delta \varepsilon_s = \pm 20$ % nach 28 bzw. 90 d E-Modul = $\pm 10$ % nach 28 d
<b>Prüfungen am Verbundkörper</b>			
9	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 10	Einhaltung Werte Tabelle 2
10	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 5	Einhaltung Werte Tabelle 2

<sup>1)</sup> Bezugswert für die Eigenüberwachung der Ausführung.

<sup>2)</sup> Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 2, Zeile 6 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch für den Übereinstimmungsnachweis der dynamische E-Modul zu ermitteln.

Ergänzend zu Tabelle 3 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z.B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 4: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel/Spritzbeton nach Tabelle 2

Nr.	1	2			
1	<b>Allgemeines</b>				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Betonersatzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3				
2	<b>Komponenten des Betonersatzsystems</b>				
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
	1	2	3	4	5
3	<b>Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung</b>				
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 2	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
	<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>				
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm	
	<b>Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)</b>				
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2		Ausbreitmaß: ±2 cm; Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbe- reich ist maßgebend)	
	Festigkeit Lagerung B	Zeile 3		Δf <sub>D,28</sub> = ±10 % Δf <sub>BZ,28</sub> = ±20 %	
	<b>Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)</b>				
	Frischmörtelrohichte	Zeile 4		Unterschreitung Wert Tabelle 2 ≤ 0,07 kg/dm³	
	<b>Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)</b>				
	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 9a Zeile 9c		Δf <sub>D,90</sub> = ±10 % Δf <sub>BZ,90</sub> = ±20 %	
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 9b Zeile 9d		Δf <sub>D,28</sub> = ±10 % Δf <sub>BZ,28</sub> = ±20 %	
	Quellen	Zeile 11		Δε <sub>Q</sub> = ±20 % nach 28 d	
	Schwinden und Statischer E-Modul <sup>1)</sup>	Zeile 6 Zeile 16		Δε <sub>s</sub> = ±20 % nach 28 bzw. 90 d E-Modul = ±10 % nach 28 d	

Tabelle 4: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel/Spritzbeton nach Tabelle 2 (Fortsetzung und Schluss)

3	Merkmal	Bezug zu Tabelle 2	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
3	Prüfungen am Verbundkörper				
	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 10			Einhaltung Werte Tabelle 2
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 5			Einhaltung Werte Tabelle 2
4	Sicherheit /Arbeitsschutz				
	s. Sicherheitsdatenblatt				
5	Entsorgung				
6.1	Ausführung				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max  [°C]	Rel. Luftfeuchte max  [%]	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer)  [s]
	1	2	3	4	5
	Betonersatz				
	Feinspachtel				
6.3	Geeignete Spritzaggregate				
	Geeignete Schlauchlänge				
	Geeigneter Druckbereich bei der Verarbeitung				
	Geeignete Düsenkonfiguration				
	Maximale Schichtdicke einlagig				
	Schalung				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

<sup>1)</sup> Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 2, Zeile 6 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch in den Angaben zur Ausführung der dynamische E-Modul anzugeben.

## 2.2.2 Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC (unbekannte Zusammensetzung)

Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenz- beton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>7)</sup>	Prüfkörper	Anforderung			
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ausgangsstoffe										
1	XALL	Kornzusammen- setzung	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn			
Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)										
2	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln			
3	XALL	Festigkeit Lagerung B	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.9	2, 7, 28 d	Prismen (3 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln			
Frischmörtel (gespritzte Probe)										
4	XALL	Frischmörtelroh- dichte	-	Anhang A1.8	< 7 d	Spritzpfanne	Wert ermitteln <sup>6)</sup>			
Festmörtel (gespritzte Probe)										
5	XALL	Chloridionen- gehalt	-	DIN EN 1015-17	7 d	-	≤ 0,05 %			
6	XALL	Haftzugfestig- keit <sup>1)</sup> Lagerung B	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 28 d	Platten (3)	MW $f_{tHZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tHZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tHZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tHZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tHZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm
7	XC1 – XC4	Carbonati- sierungs- fortschritt	-	BAW-MDCC	90 d oder 140 d	Prismen (4 Sätze)	bei $t_{SL} \leq 50 \text{ Jahre } d_{k,90} \leq 2 \text{ mm}$ oder Wert ermitteln und angeben <sup>5)</sup>			



Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>7)</sup>	Prüfkörper	Anforderung			
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) <sup>2)</sup>	-	DIN EN 13412	90 d	Je 3 Prismen für Druckfestigkeit und E-Modul	≥ 30 GPa	≥ 20 GPa	≥ 15 GPa	Wert ermitteln und angeben
9	XALL	Kapillare Wasseraufnahme	-	DIN EN 13057	56 d	Prismen (3 Sätze)	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0.5})$			
10	XALL	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	-	DIN EN 480-14 mit DIN EN 934-1	28 d	-	Nachweis: keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl			
11	XALL	Schwinden und Begrenzung statischer E-Modul <sup>2)</sup>	-	DIN EN 12617-4 in Verbindung mit Zeile 8	28 d; 90 d	Prismen (2 Sätze)	≤ 0,9 ‰ nach 90 d	E-Modul ≤ 40 GPa	≤ 0,6 ‰ nach 28 d und ≤ 0,8 ‰ nach 90 d bei E-Modul ≤ 35 GPa oder ≤ 0,8 ‰ nach 28 d und ≤ 1,0 ‰ nach 90 d bei E-Modul ≤ 25 GPa	≤ 0,6 ‰ nach 28 d und ≤ 0,8 ‰ nach 90 d bei E-Modul ≤ 25 GPa oder ≤ 0,8 ‰ nach 28 d und ≤ 1,0 ‰ nach 90 d bei E-Modul ≤ 20 GPa
12	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund Rissbreite ≤ 0,10 mm			
13	XALL	Feststellung der Spritzzeichnung	-	Anhang A1.7	7 d	Stabstahleinbettung	Fehlerlängensumme ≤ 120 mm			
14	XBW	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung <sup>1)</sup>	MC 0.40, A3, A2	EN 13687-2 Anhang A1.4	56 d Platten + 28 d + 14 d Wechsel	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm

Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>7)</sup>	Prüfkörper	Anforderung			
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	XF1 – XF4	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 1: Frost/Tausalzbeanspruchung <sup>1)</sup>	MC 0.40, A3, A2	EN 13687-1 Anhang A1.4	56 d Platten + 28 d + 14 d Wechsel	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
16a	XBW, XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90} (\text{Lag. B})$			
16b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\geq 60 \text{ N/mm}^2$	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$	$\geq 25 \text{ N/mm}^2$	$\geq 15 \text{ N/mm}^2$
16c	XBW, XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (2 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90} (\text{Lag. B})$			
16d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\geq 10 \text{ N/mm}^2$	$\geq 8 \text{ N/mm}^2$	$\geq 6 \text{ N/mm}^2$	$\geq 5 \text{ N/mm}^2$
16e	XBW, XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung	-	Anhang A1.3	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} (\text{MWW}) \geq 0,60 f_{BZ,90} (\text{Lag. B})$			
16f	XBW, XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	-	Anhang A1.2	90 d 56 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq f_{BZ,56} (\text{Lag. Ca(OH)})$			
17	XBW, XSTAT	Biegezugfestigkeit nach Klimalagerung	-	DIN EN 196-1	2, 7, 28, 90 d	Prismen (4 Sätze)	$\beta_{BZ,28} \geq 10 \text{ MPa}$ kein Festigkeitsabfall	$\beta_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$ kein Festigkeitsabfall	kein Festigkeitsabfall	
18	XBW, XW1, XW2, XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung <sup>1)</sup>	MC 0.40, A3, A2	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$

Tabelle 5: Empfehlungen zu Merkmalen von Spritzmörtel SRM oder Spritzbeton SRC als Betonersatz SRM-A5 oder SRC-A5, SRM-A4 oder SRC-A4, SRM-A3 oder SRC-A3 und SRM-A2 oder SRC-A2 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766 o. Anhang A1	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>7)</sup>	Prüfkörper	Anforderung			
							SRM-A5 oder SRC-A5	SRM-A4 oder SRC-A4	SRM-A3 oder SRC-A3	SRM-A2 oder SRC-A2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
19	XF3	Frostwiderstand (CIF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.000 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.750 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$			
20	XF4	Frost-Tausalz-Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.500 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.800 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$			
21	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d			
22	XSTAT	Kriechen unter Druckbeanspruchung	-	DIN EN 13584	238 d	Prismen (2 Sätze)	Wert ermitteln und angeben <sup>4)</sup>			Mörtel für XSTAT nicht geeignet
23	XD2-XD3, XS2-XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC	32 d (für $\alpha_{\text{ns}}$ 2 Jahre)	Bohrkerne	Wert ermitteln und angeben <sup>5)</sup>			
24	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	MC 0.40, A3, A2	Anhang A1.5	56 d Balken 28 d	Balken (1)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 1,2 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 0,8 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	Mörtel für XDYN nicht geeignet
25	XALL	Trockenrohdichte	-	DIN EN 12190	28 d	Prismen o. Bohrkern (gespritzt)	Wert angeben aus Prüfung nach Zeile 16b <sup>3)</sup>			

<sup>1)</sup> Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

<sup>2)</sup> Alternativ kann mit Ausnahme der Expositionsklasse XSTAT der dynamische Elastizitätsmodul ermittelt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung  $E_{\text{dyn}} \geq 35.000 \text{ MPa}$  (SRM-A5 oder SRC-A5),  $E_{\text{dyn}} \geq 25.000 \text{ MPa}$  (SRM-A4 oder SRC-A4) bzw.  $\geq 18.000 \text{ MPa}$  (SRM-A3 oder SRC-A3).

<sup>3)</sup> Ermittelt an gespritzten Probekörpern.

<sup>4)</sup> Rechenwert für den Sachkundigen Planer (s. a. Hinweis auf Dauerstandfestigkeit).

<sup>5)</sup> Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (BAW-MDCC).

<sup>6)</sup> Bezugswert für die Eigenüberwachung der Ausführung.

<sup>7)</sup> Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

Tabelle 6: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis  
für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 5	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	$\pm 5$ M.-% für Prüfkorngrößen $\geq 0,125$ mm
<b>Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)</b>			
2	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2	Ausbreitmaß: $\pm 2$ cm; Rohdichte: $\pm 0,10$ kg/dm <sup>3</sup> Luftgehalt: $\pm 2$ Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
3	Festigkeit Lagerung B	Zeile 3	$\Delta f_{D,28} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20$ %
<b>Prüfungen am Frischmörtel (gespritzte Probe)</b>			
4	Frischmörtelrohichte <sup>1)</sup>	Zeile 4	Unterschreitung Wert Tabelle 5 $\leq 0,07$ kg/dm <sup>3</sup>
<b>Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)</b>			
5	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 16a Zeile 16c	$\Delta f_{D,90} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,90} = \pm 20$ %
6	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 16b Zeile 16d	$\Delta f_{D,28} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20$ %
7	Quellen	Zeile 21	$\Delta \epsilon_Q = \pm 20$ % nach 28 d
8	Schwinden und statischer Elastizitätsmodul <sup>2)</sup>	Zeile 11 Zeile 8	$\Delta \epsilon_s = \pm 20$ % nach 28 bzw. 90 d E-Modul = $\pm 10$ % nach 28 d
9	Trockenrohichte	Zeile 25	$\Delta \rho = \pm 5$ %
10	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 10	keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
<b>Prüfungen am Verbundkörper</b>			
11	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 18	Einhaltung Werte Tabelle 5
12	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 6	Einhaltung Werte Tabelle 5

<sup>1)</sup> Bezugswert für die Eigenüberwachung der Ausführung.

<sup>2)</sup> Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 5, Zeile 11 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch für den Übereinstimmungsnachweis der dynamische E-Modul zu ermitteln.

Ergänzend zu Tabelle 6 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z.B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5

Nr.	1	2			
1	<b>Allgemeines</b>				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Betonersatzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3				
2	<b>Komponenten des Betonersatzsystems</b>				
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
	1	2	3	4	5
3	<b>Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung</b>				
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 5	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
	<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>				
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm	
	<b>Prüfungen am Frisch- und Festmörtel (im Zwangsmischer hergestellt)</b>				
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2		Ausbreitmaß: ±2 cm; Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbe- reich ist maßgebend)	
	Festigkeit Lagerung B	Zeile 3		Δf <sub>D,28</sub> = ±10 % Δf <sub>BZ,28</sub> = ±20 %	
	<b>Prüfungen an Frischmörtel (gespritzte Probe)</b>				
	Frischmörtelrohdichte	Zeile 4		Unterschreitung Wert Tabelle 5 ≤ 0,07 kg/dm³	
	<b>Prüfungen am Festmörtel (gespritzte Probe)</b>				
	Festigkeiten nach Lagerung A	Zeile 16a		Δf <sub>D,90</sub> = ±10 %	
		Zeile 16c		Δf <sub>BZ,90</sub> = ±20 %	
	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 16b		Δf <sub>D,28</sub> = ±10 %	
		Zeile 16d		Δf <sub>BZ,28</sub> = ±20 %	
	Quellen	Zeile 21		Δε <sub>Q</sub> = ±20 % nach 28 d	
	Schwinden und statischer E-Modul <sup>1)</sup>	Zeile 11		Δε <sub>s</sub> = ±20 % nach 28 bzw. 90 d	
Zeile 8			E-Modul = ±10 % nach 28 d		
Trockenrohdichte	Zeile 25		Δρ = ±5 %		
Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 10		keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl		

Tabelle 7: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Spritzmörtel SRM und Spritzbeton SRC nach Tabelle 5  
(Fortsetzung und Schluss)

	Merkmal	Bezug zu Tabelle 5	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
3	Prüfungen am Verbundkörper				
	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung	Zeile 18		Einhaltung Werte Tabelle 5	
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 6		Einhaltung Werte Tabelle 5	
4	Sicherheit /Arbeitsschutz				
	s. Sicherheitsdatenblatt				
5	Entsorgung				
6.1	Ausführung				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max  [°C]	Rel. Luftfeuchte max  [%]	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer)  [s]
	1	2	3	4	5
	Betonersatz				
	Feinspachtel				
6.3	Geeignete Spritzaggregate				
	Geeignete Schlauchlänge				
	Geeigneter Druckbereich bei der Verarbeitung				
	Geeignete Düsenkonfiguration				
	Maximale Schichtdicke einlagig				
	Schalung				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

<sup>1)</sup> Wenn für den Verwendbarkeitsnachweis gemäß Tabelle 5, Zeile 11 alternativ der dynamische E-Modul ermittelt wurde, ist auch in den Angaben zur Ausführung der dynamische E-Modul anzugeben.

## 2.3 Betonersatz im Handauftrag gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 6

### 2.3.1 Betonersatz im Handauftrag auf Basis der DAfStb-Trockenbeton-Richtlinie

Tabelle 8: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag M-A5 und M-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenz-beton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>4)</sup>	Prüfkörper	Anforderung	
							M-A5	M-A4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ausgangsstoffe								
1	XALL	Kornzusammen-setzung	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn	
Frischmörtel								
2	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln	
3	XALL	Konsistenz-änderung (Temperatur, Zeit)	-	Anhang A1.10	< 7 d	-	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit	
Festmörtel								
4	XALL	Festigkeit Lagerung B	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	2, 7, 90 d	Prismen (3 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln	
5	XALL	Haftzugfestigkeit <sup>1)</sup> Lagerung B	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 28 d	Platten (3)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm
6	XALL	Schwinden	-	DIN EN 12617-4	90 d	Prismen (2 Sätze)	≤ 0,9 ‰ nach 90 d	
7	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwind-rinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund, Rissbreite ≤ 0,10 mm	
8	XC1 – XC4	Carbonati-sierungsfortschritt	-	BAW-MDCC	140 d	Prismen (4 Sätze)	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert ermitteln und angeben <sup>2) 3)</sup>	

Tabelle 8: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag M-A5 und M-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>4)</sup>	Prüfkörper	Anforderung	
							M-A5	M-A4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
9a	XBW, XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{D,90} \geq 0,70 f_{D,90} \text{ (Lag. B)}$	
9b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\geq 60 \text{ N/mm}^2$	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$
9c	XBW, XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$	
9d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\beta_{BZ,28} \geq 10 \text{ MPa}$ kein Festigkeitsabfall	$\beta_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$ kein Festigkeitsabfall
9e	XBW, XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung	-	Anhang A1.3	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} \text{ (MWW)} \geq 0,60 f_{BZ,90} \text{ (Lag. B)}$	
9f	XBW, XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	-	Anhang A1.2	90 d 56 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq f_{BZ,56} \text{ (Lag. Ca(OH))}$	
10	XBW, XW1, XW2, XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung <sup>1)</sup>	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
11	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d	
12	XF3	Frostwiderstand (CIF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.000 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.750 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$	
13	XF4	Frost-Tausalz-Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.500 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.800 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$	



Tabelle 8: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag M-A5 und M-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>4)</sup>	Prüfkörper	Anforderung	
							M-A5	M-A4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	XD2-XD3, XS2-XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC	32 d	Bohrkerne	bei $t_{SL} > 50$ Jahre Wert ermitteln und angeben <sup>2)</sup>	

<sup>1)</sup> Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

<sup>2)</sup> Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (BAW-MDCC).

<sup>3)</sup> Bei Einhaltung der Mindestbetondeckung gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 1.3.2, ist eine Prüfung und Bewertung des Carbonatisierungsfortschritts nicht erforderlich.

<sup>4)</sup> Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

Tabelle 9: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis  
für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 8	Zulässige Toleranzen gegenüber den projekt- spezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	$\pm 5$ M.-% für Prüfkorngrößen $\geq 0,125$ mm
<b>Prüfungen am Frischmörtel</b>			
2	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2	Ausbreitmaß: $\pm 15$ % rel.; Rohdichte: $\pm 0,10$ kg/dm <sup>3</sup> Luftgehalt: $\pm 2$ Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
3	Konsistenzänderung <sup>1)</sup> (Temperatur, Zeit)	Zeile 3	Keine Hinweise auf nicht baustellenge- rechte Verarbeitbarkeit
<b>Prüfungen am Festmörtel</b>			
4	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 9b Zeile 9d	$\Delta f_{D,28} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20$ %
5	Schwinden	Zeile 6	$\Delta \varepsilon_s = \pm 20$ % nach 90 d
<b>Prüfungen am Verbundkörper</b>			
6	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 5	Einhaltung Werte Tabelle 8

<sup>1)</sup> Prüfung nach Anhang A1.10 nur für die bei der Bauausführung relevanten Bedingungen (Temperaturbereich und Verarbeitungsdauer)

Ergänzend zu Tabelle 9 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z.B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 10: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8

Nr.	1	2			
1	<b>Allgemeines</b>				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Betonersatzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3				
2	<b>Komponenten des Betonersatzsystems</b>				
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
	1	2	3	4	5
3	<b>Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung</b>				
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 8	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
	<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>				
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm	
	<b>Prüfungen am Frischmörtel</b>				
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2		Ausbreitmaß: ±2 cm; Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbe- reich ist maßgebend)	
	Konsistenzänderung <sup>1)</sup> (Temperatur, Zeit)	Zeile 3		Keine Hinweise auf nicht baustellenge- rechte Verarbeitbarkeit	
	<b>Prüfungen am Festmörtel</b>				
	Festigkeiten	Zeile 9b		$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$	
	nach Lagerung B	Zeile 9d		$\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$	
	Schwinden	Zeile 6		$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 90 d	
	<b>Prüfungen am Verbundkörper</b>				
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 5		Einhaltung Werte Tabelle 8	
	4	<b>Sicherheit /Arbeitsschutz</b>			
		s. Sicherheitsdatenblatt			
5	<b>Entsorgung</b>				

Tabelle 10: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz aus Trockenbeton im Handauftrag nach Tabelle 8  
(Fortsetzung und Schluss)

6.1	<b>Ausführung</b>				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max  [°C]	Rel. Luftfeuchte max  [%]	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer)  [s]
	1	2	3	4	5
	Haftbrücke				
	Betonersatz				
	Feinspachtel				
6.3	Geeignete Werkzeuge				
	Maximale Schichtdicke einlagig				
	Schalung				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

### 2.3.2 Betonersatz im Handauftrag RM oder RC (unbekannte Zusammensetzung)

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenz- beton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>5)</sup>	Prüfkörper	Anforderung	
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ausgangsstoffe								
1	XALL	Kornzusammen- setzung	-	DIN EN 12192-1	< 7 d	-	≤ 5 % Überkorn	
Frischmörtel								
2	XALL	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	-	Anhang A1.9	< 7 d	-	Werte ermitteln	
3	XALL	Konsistenz- änderung (Temperatur, Zeit)	-	Anhang A1.10	< 7 d	-	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit	
Festmörtel								
4	XALL	Festigkeit Lagerung B	-	DIN EN 196-1 Anhang A1.1	2, 7, 90 d	Prismen (3 Sätze)	Werte Druck- und Biegezugfestigkeit ermitteln	
5	XALL	Chloridionen- gehalt	-	DIN EN 1015-17	7 d	-	≤ 0,05 %	
6	XALL	Haftzugfestigkeit <sup>1)</sup> Lagerung B	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 28 d	Platten (3)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite ≤ 0,10 mm
7	XC1 – XC4	Carbonati- sierungsfortschritt	-	BAW-MDCC	90 d oder 140 d	Prismen (4 Sätze)	bei $t_{SL} \leq 50 \text{ Jahre}$ $d_{k,90} \leq 2 \text{ mm}$ oder Wert ermitteln und angeben <sup>4)</sup>	
8	XALL	Elastizitätsmodul (statisch) <sup>2)</sup>	-	DIN EN 13412	90 d	Prismen (2 Sätze)	≥ 30 GPa	≤ 40 GPa ≥ 20 GPa
9	XALL	Kapillare Was- seraufnahme	-	DIN EN 13057	56 d	Prismen (3 Sätze)	$W_{24} \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{h}^{-0.5})$	
10	XALL	Beurteilung des Korrosions- verhaltens	-	DIN EN 480-14 u. DIN EN 934-1	28 d	-	Nachweis: keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl	

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RM-RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenz-beton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>5)</sup>	Prüfkörper	Anforderung	
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	XALL	Schwinden	-	DIN EN 12617-4	90 d	Prismen (2 Sätze)	$\leq 0,9 \text{ ‰}$ nach 90 d	
12	XALL	Behindertes Schwinden	-	Anhang A1.6	90 d	Schwindrinnen (2)	keine großflächigen Ablösungen vom Untergrund, Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	
13	XBW	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 2: Gewitterregenbeanspruchung <sup>1)</sup>	MC 0.40	EN 13687-2	56 d Platten + 28 d + 14 d Wechsel	Platten (2)	MW $f_{HZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
14	XF1 – XF4	Temperaturwechselverträglichkeit Teil 1: Frost/Tausalzbeanspruchung <sup>1)</sup>	MC 0.40	EN 13687-1	56 d Platten + 28 d + 14 d Wechsel	Platten (2)	MW $f_{HZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{HZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{HZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
15a	XBW, XW1, XW2	Druckfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{d,90} \geq 0,70 f_{d,90} (\text{Lag. B})$	
15b	XALL	Druckfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\geq 60 \text{ N/mm}^2$	$\geq 45 \text{ N/mm}^2$
15c	XBW, XW1, XW2	Biegezugfestigkeit 90 d, Lagerung A	-	DIN EN 12190 Anhang A1.1	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq 0,70 f_{BZ,90} (\text{Lag. B})$	
15d	XALL	Biegezugfestigkeit 28 d, Lagerung B			28 d		$\beta_{BZ,28} \geq 10 \text{ MPa}$ kein Festigkeitsabfall	$\beta_{BZ,28} \geq 8 \text{ MPa}$ kein Festigkeitsabfall

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RM-RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenz-beton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>5)</sup>	Prüfkörper	Anforderung	
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
15e	XBW, XW1, XW2	Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung	-	Anhang A1.3	90 d	Prismen (4 Sätze)	$f_{BZ,90} (MWW) \geq 0,60 f_{BZ,90} (Lag. B)$	
15f	XBW, XW1, XW2	Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung	-	Anhang A1.2	90 d 56 d	Prismen (3 Sätze)	$f_{BZ,90} \geq f_{BZ,56} (Lag. Ca(OH))$	
16	XBW, XW1, XW2, XSTAT	Haftzugfestigkeit nach 90 d Wasserlagerung <sup>1)</sup>	MC 0.40	DIN EN 1542 Anhang A1.4	56 d Platten + 90 d	Platten (2)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
17	XF3	Frostwiderstand (CIF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.000 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.750 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$	
18	XF4	Frost-Tausalz-Widerstand (CDF)	-	BAW-MFB	56 d	Bohrkerne	Wert angeben, MW $m_{28d} \leq 1.500 \text{ gm}^2$ , 95 % Q $m_{28d} \leq 1.800 \text{ gm}^2$ relativer dynamischer E-Modul $R_{u,n} = 0,75$	
19	XW1, XW2	Quellen	-	DIN EN 12617-4	28 d	Prismen (1 Satz)	$\leq 0,30 \text{ ‰}$ nach 28 d	
20	XSTAT	Kriechen unter Druckbeanspruchung	-	DIN EN 13584	238 d	Prismen (2 Sätze)	Wert ermitteln und angeben <sup>3)</sup>	
21	XD2-XD3, XS2-XS3	Chlorideindringwiderstand	-	BAW-MDCC	32 d (für $\alpha_{nss}$ 2 Jahre)	Bohrkerne	Wert ermitteln und angeben <sup>4)</sup>	

Tabelle 11: Empfehlungen zu Merkmalen von Betonersatz im Handauftrag RM-A5 oder RM-RC-A5 und RM-A4 oder RC-A4 in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219	Merkmal	Referenzbeton DIN EN 1766	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>5)</sup>	Prüfkörper	Anforderung	
							RM-A5 oder RC-A5	RM-A4 oder RC-A4
1	2	3	4	5	6	7	8	9
22	XDYN	Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung	MC 0.40	Anhang A1.5	56 d Balken 28 d	Balken (1)	MW $f_{tZ} \geq 3,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 2,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$	MW $f_{tZ} \geq 2,0 \text{ MPa}^{1)}$ EW $f_{tZ} \geq 1,5 \text{ MPa}$ Rissbreite $\leq 0,10 \text{ mm}$
23	XALL	Trockenrohdichte	-	DIN EN 12190	28 d	Prisma oder Bohrkern	Wert angeben aus Prüfung nach Zeile 4	

<sup>1)</sup> Mindestens 10 verwertbare Einzelwerte zur Bildung des Mittelwertes erforderlich.

<sup>2)</sup> Alternativ kann mit Ausnahme der Expositionsklasse XSTAT der dynamische Elastizitätsmodul ermittelt werden. In diesem Fall gilt die Anforderung  $E_{dyn} \geq 35.000 \text{ MPa}$  (RM-A5 oder RC-A5) bzw.  $E_{dyn} \geq 25.000 \text{ MPa}$  (RM-A4 oder RC-A4).

<sup>3)</sup> Rechenwert für den Sachkundigen Planer (s. a. Hinweis auf Dauerstandfestigkeit).

<sup>4)</sup> Bewertung durch den Sachkundigen Planer auf der Basis des BAW-Merkblatts „Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung“ (BAW-MDCC).

<sup>5)</sup> Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.



Tabelle 12: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 11	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	4	5
<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>			
1	Kornzusammensetzung	Zeile 1	$\pm 5$ M.-% für Prüfkorngrößen $\geq 0,125$ mm
<b>Prüfungen am Frischmörtel</b>			
2	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2	Ausbreitmaß: $\pm 15$ % rel.; Rohdichte: $\pm 0,10$ kg/dm <sup>3</sup> Luftgehalt: $\pm 2$ Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbereich ist maßgebend)
3	Konsistenzänderung <sup>1)</sup> (Temperatur, Zeit)	Zeile 3	Keine Hinweise auf nicht baustellengerechte Verarbeitbarkeit
<b>Prüfungen am Festmörtel</b>			
4	Festigkeiten nach Lagerung B	Zeile 15b Zeile 15d	$\Delta f_{D,28} = \pm 10$ % $\Delta f_{BZ,28} = \pm 20$ %
5	Schwinden	Zeile 11	$\Delta \varepsilon_s = \pm 20$ % nach 90 d
6	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 10	keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl
<b>Prüfungen am Verbundkörper</b>			
7	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 6	Einhaltung Werte Tabelle 11

<sup>1)</sup> Prüfung nach Anhang A1.10 nur für die bei der Bauausführung relevanten Bedingungen (Temperaturbereich und Verarbeitungsdauer)

Ergänzend zu Tabelle 12 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (bemessungsrelevante Merkmale, z.B. Dauerhaftigkeit gegenüber Chlorideindringen und Carbonatisierung) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 13: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11

Nr.	1	2			
1	<b>Allgemeines</b>				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Betonersatzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.3				
2	<b>Komponenten des Betonersatzsystems</b>				
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
	1	2	3	4	5
3	<b>Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung</b>				
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 11	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	1	2	3	4	
	<b>Prüfungen an den Ausgangsstoffen</b>				
	Kornzusammensetzung	Zeile 1		±5 M.-% für Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm	
	<b>Prüfungen am Frischmörtel</b>				
	Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt	Zeile 2		Ausbreitmaß: ±2 cm; Rohdichte: ±0,10 kg/dm³ Luftgehalt: ±2 Vol.-% abs. bzw. 50 % rel. (der kleinere Toleranzbe- reich ist maßgebend)	
	Konsistenzänderung <sup>1)</sup> (Temperatur, Zeit)	Zeile 3		Keine Hinweise auf nicht baustellenge- rechte Verarbeitbarkeit	
	<b>Prüfungen am Festmörtel</b>				
	Festigkeiten	Zeile 15b		$\Delta f_{D,28} = \pm 10 \%$	
	nach Lagerung B	Zeile 15d		$\Delta f_{BZ,28} = \pm 20 \%$	
	Schwinden	Zeile 11		$\Delta \epsilon_s = \pm 20 \%$ nach 90 d	
	Beurteilung des Korrosionsverhaltens	Zeile 10		keine korrosionsfördernde Wirkung auf Betonstahl	
	<b>Prüfungen am Verbundkörper</b>				
	Haftzugfestigkeit nach Lagerung B	Zeile 6		Einhaltung Werte Tabelle 11	
	4	<b>Sicherheit /Arbeitsschutz</b>			
s. Sicherheitsdatenblatt					
5	<b>Entsorgung</b>				

Tabelle 13: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Betonersatz im Handauftrag RM oder RC nach Tabelle 11  
(Fortsetzung und Schluss)

6.1	<b>Ausführung</b>				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
6.2	Komponenten des Betonersatzsystems (Produktname)	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max  [°C]	Rel. Luftfeuchte max  [%]	Zusammensetzung (Mischungs- verhältnis)	Mischen (Art und Dauer)  [s]
	1	2	3	4	5
	Haftbrücke				
	Betonersatz				
	Feinspachtel				
6.3	Geeignete Werkzeuge				
	Maximale Schichtdicke einlagig				
	Schalung				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

### 3 Produkte und Systeme für den Oberflächenschutz

#### 3.1 Allgemeines

Gemäß ZTV-W LB 219 können Instandsetzungsmaßnahmen mit Oberflächenschutzsystemen nach Tabelle 14 ausgeführt werden.

Tabelle 14: Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen

Nr.	Kriterien	OS 1 (OS A)	OS 4 (OS C)	OS 5a (OS DII) OS 5b (OS DI)
	1	2	3	4
1	Kurzbeschreibung	Hydrophobierung	Beschichtung mit erhöhter Dichtigkeit für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)	Beschichtung mit geringer Rissüberbrückungsfähigkeit <sup>1</sup> für nicht begeh- und befahrbare Flächen (mit Kratz- bzw. Ausgleichsspachtelung)
2	Anwendungsbereiche	Reduzierung der Wasseraufnahme bei vertikalen und geneigten freibewitterten Betonbauteilen z. B. Stützwände. Nicht wirksam bei drückendem Wasser.	Freibewitterte Betonbauteile auch im Sprühbereich 2 von Auftausalzen.	Frei bewitterte Betonbauteile mit oberflächennahen Rissen <sup>3</sup> auch im Sprühbereich <sup>2</sup> von Auftausalzen.
3	Eigenschaften	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zeitlich begrenzte Reduzierung der kapillaren Wasseraufnahme</li> <li>– zeitlich begrenzte Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes</li> </ul> <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reduzierung der Aufnahme von in Wasser gelösten Schadstoffen</li> <li>– größerer Karbonatisierungsfortschritt im Vergleich zu nicht hydrophobiertem Beton im Freien</li> <li>– keine Veränderung der Wasserdampfdurchlässigkeit</li> <li>– keine Veränderung des optischen Erscheinungsbildes</li> </ul>	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reduzierung der Wasseraufnahme</li> <li>– Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe</li> <li>– Reduzierung der Kohlendioxiddiffusion</li> <li>– begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit</li> <li>– Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes</li> </ul> <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich</li> </ul>	<u>gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reduzierung der Wasseraufnahme</li> <li>– Reduzierung des Eindringens beton- und stahlangreifender Stoffe</li> <li>– starke Reduzierung der Kohlendioxiddiffusion</li> <li>– Rissüberbrückungsfähigkeit für oberflächennahe Risse</li> <li>– begrenzte Wasserdampfdurchlässigkeit</li> <li>– Verbesserung des Frost- und Frost-Tausalz-Widerstandes</li> </ul> <u>nicht gefordert</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– optische Wirkung, farbliche Oberflächengestaltung möglich</li> </ul>
4	Rissüberbrückung	-	-	B.2 (-20 °C)
5	Bindemittelgruppen der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht	Silan Siloxan	Polymerdispersion Mischpolymerisat (gelöst) Polyurethan Silan / Siloxan: für Hydrophobierung	a) Polymerdispersion b) Polymer / Zement-Gemisch

Tabelle 14: Hinweise zur Anwendung von Oberflächenschutzsystemen (Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Kriterien	OS 1 (OS A)	OS 4 (OS C)	OS 5a (OS DII) OS 5b (OS DI)
	1	2	3	4
6	Regelaufbau	Hydrophobierung	1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung <sup>5</sup> 2. gegebenenfalls Hydrophobierung <sup>4</sup> 3. gegebenenfalls Grundierung 4. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO)	a) Polymerdispersion 1. Kratz-/Ausgleichsspachtelung <sup>5</sup> 2. i. d. R. Grundierung 3. mindestens zwei Oberflächenschutzschichten (hwO) 4. gegebenenfalls Deckversiegelung
				b) Polymer / Zement-Gemisch 1. gegebenenfalls Kratz-/Ausgleichsspachtelung <sup>5</sup> 2. mindestens zwei elastische Oberflächenschutzschichten (hwO) 3. ggf. Deckversiegelung

<sup>1</sup> Siehe Abschnitt 3.3.2

<sup>2</sup> Mit entsprechendem Nachweis auch im Spritzbereich

<sup>3</sup> Mit entsprechendem Nachweis auch für Bauwerke mit Trennrissen

<sup>4</sup> ggf. Wirksamkeitsnachweis gemäß DIN EN 13580

<sup>5</sup> Dispersionsspachtel u. ä. erfordern u. U. eine gesondert zu vereinbarende Prüfung

### 3.2 Schichtdicken

Die Angaben zu den Mindestschichtdicken beziehen sich immer auf die Trockenschichtdicke der für die Schutzfunktion hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO).

Folgende Begriffe sind von Bedeutung:

- Systemspezifische Mindestschichtdicke  $d_{\min,S}$
- Produktspezifische Mindestschichtdicke  $d_{\min,P}$
- Produktspezifische Maximalschichtdicke  $d_{\max,P}$
- mittlere Schichtdicke  $d_{\text{ist},m}$
- Schichtdickenzuschläge  $d_z$  für die Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Verarbeitungsbedingungen

Die in Tabelle 15 angegebenen systemspezifischen Mindestschichtdicken  $d_{\min,S}$  dürfen in der Erstprüfung nicht unterschritten werden. Die produktspezifische Mindestschichtdicke  $d_{\min,P}$  wird als Mittelwert in der Erstprüfung des Oberflächenschutzsystems bestimmt.

(5) Die Mindest- bzw. Maximalschichtdicken der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten ergeben sich für jedes Oberflächenschutzsystem nach unterschiedlichen Kriterien. Die Dicken sind im Rahmen der Grundprüfung von der Prüfstelle festzulegen.

(6) Die Mindestschichtdicke ( $d_{\min,P}$ ) wird je nach System unter Beachtung folgender Kriterien ermittelt:

- Angabe der bei der Grundprüfung festgestellten mittleren Schichtdicke der Temperaturwechselbeanspruchungs-Platten
- geringste Schichtdicke, mit der die geforderte Rissüberbrückung nachgewiesen wurde. Darunter ist die mittlere Schichtdicke eines Probekörpersatzes (4 Probekörper), der die Prüfung bestanden hat, zu verstehen.
- geringste Schichtdicke, mit der der geforderte  $\text{CO}_2$ -Diffusionswiderstand erreicht wird; Ermittlung durch Berechnung aus der geprüften  $\text{CO}_2$ -Diffusionswiderstandszahl  $\mu$  ( $\text{CO}_2$ ).

(7) Der jeweils größte Wert ist anzugeben. Mindestens sind jedoch die in der Tabelle 15 aufgeführten Dicken als Mindestschichtdicke  $d_{\min}$  der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschichten anzusetzen.

(8) Die bei der Grundprüfung als mittlere Schichtdicke gemessene Mindestschichtdicke  $d_{\min,P}$  darf in der Praxis nicht unterschritten werden. Um die Mindestschichtdicke in der Praxis auch sicher zu erreichen, sind für Untergrundrauheiten, Materialeigenschaften und Verarbeitungsverfahren Materialzuschläge notwendig.

(9) Die für die Praxis relevante Sollschichtdicke  $d_s$  ist in den Angaben zur Ausführung anzugeben. Sie ergibt sich aus der in der Grundprüfung festgestellten Mindestschichtdicke  $d_{\min,P}$  und dem vom Mittelwert der gemessenen Rautiefe  $R_t$  abhängigen Schichtdickenzuschlag  $d_z$ .

$$d_s = d_{\min} + d_z$$

(10) Die zugehörige Materialverbrauchsmenge (MV) ist ebenfalls anzugeben.

(11) Die Maximalschichtdicke ( $d_{\max,P}$ ) ergibt sich aus der maximalen Schichtdicke, bei der der geforderte  $\text{H}_2\text{O}$ -Diffusionswiderstand nicht überschritten wird. Die Maximalschichtdicke ist unter Verwendung der geprüften  $\text{H}_2\text{O}$ -Diffusionswiderstandszahl  $\mu(\text{H}_2\text{O})$  zu berechnen.

Tabelle 15: Systemspezifische Mindestschichtdicken  $d_{\min,S}$  und Schichtdickenzuschlag  $d_z$  der hauptsächlich wirksamen Oberflächenschutzschicht (hwO) für Oberflächenschutzsysteme

Oberflächenschutzsystem	Mindestschichtdicke $d_{\min,S}$ [ $\mu\text{m}$ ]
OS 4 (OS C)	80
OS 5a (OS DII)	300
OS 5b (OS DI)	2 000

### **3.3 Hinweise zu bauwerksbezogenen Produktmerkmalen**

#### **3.3.1 Wasserdampf-Durchlässigkeit**

Hinsichtlich der Wasserdampf-Durchlässigkeit sollte für die Oberflächenschutzsysteme OS 4 (OS C), OS 5a (OS D II) oder OS 5b (OS D I) die Anforderung der Klasse I vorgegeben werden. Der Prüfwert ist in den Angaben zur Ausführung anzugeben.

#### **3.3.2 Rissüberbrückungsfähigkeit**

Ist ein schadfreies Überbrücken von sich begrenzt bewegenden Rissen am Bauteil erforderlich, sollte für das am Bauteil eingesetzte OS-System OS 5 (OS D) die Rissüberbrückungsfähigkeit nach DIN EN 1062-7 bei einer Prüftemperatur von -20 °C mit dem Verfahren B, Klasse B 2, nachgewiesen sein.

Nach der Prüfung nach DIN EN 1062-7 darf es zu keinem Versagen kommen. Dies ist erfüllt, wenn bei 3 von 4 Probekörpern nach Untersuchung folgende Kriterien eingehalten sind:

- Keine Durchrisse und oberseitigen Anrisse der hwO,
- Unterseitige Anrisse  $\leq 25$  % der Dicke der hwO,
- Ablösungen auf keiner Seite des Risses  $\geq 2$  d der hwO.

#### **3.3.3 Brandverhalten**

Das Brandverhalten muss für Oberflächenschutzsysteme für die Klasse E-d2 nach DIN EN 13501-1 nachgewiesen sein.

### 3.4 Oberflächenschutzsysteme gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 7

#### 3.4.1 Oberflächenschutzsystem OS 1 (OS A)

Tabelle 16: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS 1 (OS A)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>	Anforderung
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	-	< 7 d	Wert ermitteln
2	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	DIN EN ISO 2811-1 DIN EN ISO 2811-2	< 7 d	Wert ermitteln
3	Infrarotspektrum	DIN EN 1767	< 7 d	Wert ermitteln
4	Auslaufzeit	DIN EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln
5	Viskosität	DIN EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln
6	Masseverlust nach Frost-Tausalz Wechselbeständigkeit	DIN EN 13581	154 d	Masseverlust 20 Zyklen später als bei nicht hydrophobierter Probe
7	Eindringtiefe	DIN EN 1504-2, Tabelle 3	49 d	Klasse I: < 10 mm Klasse II: $\geq \square$ 10 mm
8	Wasseraufnahme und Alkali-beständigkeit	DIN EN 13580	70 d	Absorptionskoeffizient < 7,5 % im Vergleich mit unbehandelter Probe < 10 % in Alkalilösung
9	Koeffizient der Trocknungsgeschwindigkeit	DIN EN 13579	49 d	Klasse I: > 30 % Klasse II: > 10 %

<sup>1)</sup> Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

Tabelle 17: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 1 (OS A) nach Tabelle 16

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 16	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Bestandteile</b>			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Sichtprüfung	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	ISO 2811-1 ISO 2811-2	± 3 %
3	Infrarotspektrum	EN 1767	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
4	Auslaufzeit	EN ISO 2431	± 15 %
5	Viskosität	EN ISO 3219	± 20 %

Ergänzend zu Tabelle 17 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.



Tabelle 18: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS1 (OS A) nach Tabelle 16  
(Fortsetzung und Schluss)

Nr.	1		2		
1	<b>Allgemeines</b>				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Oberflächenschutzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV-W LB 219, Tabelle 0.4				
2	<b>Komponenten des Oberflächenschutzsystems</b>				
	1	2	3	4	5
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
3	<b>Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung</b>				
	1	2	3	4	
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 16	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	Allgemeines Erscheinungs- bild und Farbe	Sichtprüfung		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 2		± 3 %	
	Infrarotspektrum	Zeile 3		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Auslaufzeit	Zeile 4		± 15 %	
	Viskosität	Zeile 5		± 20 %	
	4	<b>Sicherheit /Arbeitsschutz</b>			
s. Sicherheitsdatenblatt					
5	<b>Entsorgung</b>				
6.1	<b>Ausführung</b>				
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)				
	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max [°C]				
6.2	Rel. Luftfeuchte max [%]				
6.3	Anschlüsse z. B. Stahl, nicht rostende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisenmetalle				
	Trennmittel				
	Sonstige Randbedingungen				

### 3.4.2 Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS C)

Tabelle 19: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS C)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>	Anforderung
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (alle)	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln
2	Dichte (alle) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	ISO 2811-1 ISO 2811-2	< 7 d	Wert ermitteln
3	Infrarotspektrum (alle)	EN 1767	< 7 d	Wert ermitteln
4	Epoxid-Äquivalent (Wasseremulgiertes EP)	EN 1877-1	< 7 d	Wert ermitteln
5	Aminzahl (Wasseremulgiertes EP)	EN 1877-2	< 7 d	Wert ermitteln
6	Hydroxylzahl (Polyurethan)	EN 1240	< 7 d	Wert ermitteln
7	Isocyanatgehalt (Polyurethan)	EN 1242	< 7 d	Wert ermitteln
8	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>1)</sup> (Polymerdispersion; Polyurethan)	EN ISO 3251	< 7 d	Wert ermitteln
9	Aschegehalt <sup>1)</sup> (Polymerdispersion)	EN ISO 3451-1	< 7 d	Wert ermitteln
10	Thermogravimetrie (alle)	EN ISO 11358	< 7 d	Wert ermitteln
11	Auslaufzeit (alle)	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln
12	Viskosität (alle)	EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln
13	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	EN ISO 1517	< 7 d	Wert ermitteln
14	Topfzeit (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 9514	< 7 d	Wert ermitteln
15	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 868	14 d	Wert ermitteln
16	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>2)</sup> (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3251	14 d	Wert ermitteln
17	Aschegehalt <sup>2)</sup> (Polyurethan; Wasseremulgiertes EP)	EN ISO 3451-1	14 d	Wert ermitteln
18	Gitterschnittprüfung	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	14 d	Gitterschnittwert: ≤ GT 2
19	CO <sub>2</sub> -Durchlässigkeit	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	s <sub>D</sub> > 50 m
20	Wasserdampf-Durchlässigkeit	DIN EN ISO 7783-1 DIN EN ISO 7783-2	90 – 180 d	Klasse I: s <sub>D</sub> < 5 m <sup>2)</sup>
21	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit	DIN EN 1062-3	21 d	w < 0,1 kg/(m <sup>2</sup> ·h <sup>0,5</sup> )

Tabelle 19: Empfehlungen zu Merkmalen für das Oberflächenschutzsystem OS 4 (OS C) (Fortsetzung und Schluss)

1	2	3	4	5
Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung 1)	Anforderung
22	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit	DIN EN 13687-2	14 d	Nach Temperaturwechselbeanspruchung
	Für Verwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x) und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)		42 d	a) keine Risse, Blasen, Ablösungen b) Abreißversuch  ≥ 1,0 (0,7) MPa Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung.
23	Abreißversuch	DIN EN 1542	14 d	≥ 1,0 (0,7) MPa Der erstgenannte Wert ist der arithmetische Mittelwert, der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Einzelwert jeder Prüfung.
24	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	14 d	Mindestanforderung: Klasse E-d2
25	Künstliche Bewitterung nach DIN EN 1062-11, 4.2 (UV-Bestrahlung und Feuchte), nur bei Verwendung im Außenbereich	DIN EN 1062-11 Verfahren 4.2	98 d	Nach 2 000 h künstlicher Bewitterung: keine Blasen, keine Risse kein Abblättern

<sup>1)</sup> Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

<sup>2)</sup> Bei der Instandsetzung von durch Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) geschädigten Betonbauteilen sollte gemäß den „DAfStb-Empfehlungen für die Schadensdiagnose und Instandsetzung von Betonbauwerken, die infolge einer AKR geschädigt sind“, ein Teildiffusionswiderstand von  $s_D < 2,5$  m eingehalten werden.

Tabelle 20: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Oberflächenschutzsystemen OS 4 (OS C) nach Tabelle 19

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit gemäß Tabelle 19	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Bestandteile</b>			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Sichtprüfung	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	ISO 2811-1 ISO 2811-2	± 3 %
3	Infrarotspektrum	EN 1767	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
4	Epoxid-Äquivalent	EN 1877-1	± 5 %
5	Aminzahl	EN 1877-2	± 6 %
6	Hydroxylzahl	EN 1240	± 10 %
7	Isocyanatgehalt	EN 1242	± 10 %
8	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>1)</sup>	EN ISO 3251	± 5 %
9	Aschegehalt <sup>1)</sup>	EN ISO 3451-1	± 5 %
10	Thermogravimetrie	EN ISO 11358	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
11	Auslaufzeit	EN ISO 2431	± 15 %
12	Viskosität	EN ISO 3219	± 20 %
<b>Frisches Gemisch</b>			
13	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren	EN ISO 1517	± 10 %
14	Topfzeit	EN ISO 9514	± 15 %
15	Entwicklung der Shorehärte A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen	EN ISO 868	± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen
16	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>2)</sup>	EN ISO 3251	± 5 %
17	Aschegehalt <sup>2)</sup>	EN ISO 3451-1	± 5 %

<sup>1)</sup> nur bei einkomponentigen Systemen<sup>2)</sup> nur bei zweikomponentigen Systemen

Ergänzend zu Tabelle 20 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 21: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 4 (OS C) nach Tabelle 19

Nr.	1		2		
1	<b>Allgemeines</b>				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Oberflächenschutzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.4				
2	<b>Komponenten des Oberflächenschutzsystems</b>				
	1	2	3	4	5
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
3	<b>Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung</b>				
	1	2	3	4	
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 19	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen	
	<b>Bestandteile</b>				
	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Sichtprüfung		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 2		± 3 %	
	Infrarotspektrum	Zeile 3		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Epoxid-Äquivalent	Zeile 4		± 5 %	
	Aminzahl	Zeile 5		± 6 %	
	Hydroxylzahl	Zeile 6		± 10 %	
	Isocyanatgehalt	Zeile 7		± 10 %	
	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>1)</sup>	Zeile 8		± 5 %	
	Aschegehalt <sup>1)</sup>	Zeile 9		± 5 %	
	Thermogravimetrie	Zeile 10		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C	
	Auslaufzeit	Zeile 11		± 15 %	
	Viskosität	Zeile 12		± 20 %	

Tabelle 21: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 4 (OS C) nach Tabelle 19  
(Fortsetzung und Schluss)

3	1	2	3		4				
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 19	Anforderungen						
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen			
	Frisches Gemisch								
	Oberflächentrocknungs- zeit – Glasperlenverfahren	Zeile 13					± 10 %		
	Topfzeit	Zeile 14					± 15 %		
	Entwicklung der Shorehär- te A bzw. D nach 1, 3 und 7 Tagen	Zeile 15					± 3 Einheiten Shorehärte A oder D nach 7 Tagen		
	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>2)</sup>	Zeile 16					± 5 %		
Aschegehalt <sup>2)</sup>	Zeile 17					± 5 %			
4	<b>Sicherheit /Arbeitsschutz</b>								
	s. Sicherheitsdatenblatt								
5	<b>Entsorgung</b>								
6.1	<b>Ausführung</b>								
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)								
6.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aufbau, Sys- tem-/ Produktname	Mischungs- verhältnis [GT]	Trockenschicht dicke [µm]	Auftragsart	Schichtdi- cken- zuschlag [µm]	Sollschichtdicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m <sup>2</sup> ]	Trocken- schichtdicke [µm]	Mischen (Art/Dauer) [min]
			$D_{min}$		$d_z$	$d_s = d_{min} + d_z$	$MV = \frac{d_s \cdot Dichte}{FV \cdot 10}$		
6.3	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max [°C]					Rel. Luftfeuchte max [%]			
6.4	Anschlüsse z. B. Stahl, nicht rostende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisenmetalle								
	Trennmittel								
	Sonstige Randbedingungen								

<sup>1)</sup> nur bei einkomponentigen Systemen<sup>2)</sup> nur bei zweikomponentigen Systemen

**3.4.3 Oberflächenschutzsystem OS 5 (OS D)**

Tabelle 22: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS D II) und OS 5b (OS D I)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>	Anforderung
1	2	3	4	5
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe (Polymerdispersion; Polymer/Zement)	Sichtprüfung	< 7 d	Wert ermitteln
2	Dichte (Polymerdispersion; Polymer/Zement) – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	ISO 2811-1 ISO 2811-2	< 7 d	Wert ermitteln
3	Infrarotspektrum (alle)	EN 1767	< 7 d	Wert ermitteln
4	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>1)</sup> (Polymerdispersion; Polymer/Zementgemisch)	EN ISO 3251	< 7 d	Wert ermitteln
5	Aschegehalt <sup>1)</sup> (Polymerdispersion)	EN ISO 3451-1	< 7 d	Wert ermitteln
6	Thermogravimetrie (alle)	EN ISO 11358	< 7 d	Wert ermitteln
7	Auslaufzeit (Polymerdispersion; Polymer/Zementgemisch)	EN ISO 2431	< 7 d	Wert ermitteln
8	Viskosität (Polymerdispersion; Polymer/Zementgemisch)	EN ISO 3219	< 7 d	Wert ermitteln
9	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 12192-1	< 7 d	Wert ermitteln
10	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren (Polymerdispersion)	EN ISO 1517	< 7 d	Wert ermitteln
11	Konsistenz (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 1015-3	< 7 d	Wert ermitteln
12	Luftgehalt (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 1015-7	< 7 d	Wert ermitteln
13	Rohdichte (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 12190 u. EN 1015-6	< 7 d	Wert ermitteln
14	Verarbeitbarkeit – Fließverhalten (Feinspachtel; Polymer/Zementgemisch)	EN 13395-2	< 7 d	Wert ermitteln
15	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit) (Feinspachtel; Polymer/Zement Zementgemisch)	EN 13294	< 7 d	Wert ermitteln

Tabelle 22: Empfehlungen zu Merkmalen für die Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS D II) und OS 5b (OS D I)  
(Fortsetzung und Schluss)

Nr.	Merkmale	Prüfverfahren	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>	Anforderung
1	2	3	4	5
16	Gitterschnittprüfung	DIN EN ISO 2409 Schnittbreite: 4 mm	14 d	Gitterschnittwert: $\leq$ GT 2
17	CO <sub>2</sub> -Durchlässigkeit	DIN EN 1062-6	90 – 180 d	$s_D > 50$ m
18	Wasserdampf-Durchlässigkeit	DIN EN ISO 7783-1 DIN EN ISO 7783-2	90 – 180 d	Klasse I: $s_D < 5$ m <sup>2)</sup>
19	Kapillare Wasseraufnahme und Wasser-Durchlässigkeit	DIN EN 1062-3	21 d	$w < 0,1$ kg/(m <sup>2</sup> ·h <sup>0,5</sup> )
20	Haftfestigkeit nach Prüfung auf Temperaturwechselverträglichkeit			
	Für Verwendungen im Außenbereich unter Einfluss von Tausalzen: Gewitterregenbeanspruchung (Temperaturschock) (10x)  und Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff (50x)	DIN EN 13687-2  DIN EN 13687-1	14 d  42 d	Nach Temperaturwechselbeanspruchung  a) keine Risse, Blasen, Ablösungen  b) Abreißversuch  $\geq 0,8$ (0,5) MPa; Der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Wert jeder Ablesung.
21	Rissüberbrückungsfähigkeit Im Anschluss an die Konditionierung nach EN 1062-11, 4.1 – 7 Tage bei 70 °C für Reaktionsharzsysteme 4.2 – UV-Bestrahlung und Feuchte bei Dispersions-Systemen	DIN EN 1062-7	21 d	Die Rissüberbrückungsfähigkeit am Bauteil wird durch Verfahren B, Klasse B.2, bei einer Prüftemperatur von –20 °C nachgewiesen
			56 d	
22	Abreißversuch	DIN EN 1542	14 d	$\geq 0,8$ (0,5) MPa; Der erstgenannte Wert ist der arithmetische Mittelwert, der Wert in Klammern ist der kleinste zulässige Einzelwert jeder Prüfung.
23	Brandverhalten nach Aufbringung	DIN EN 13501-1	14 d	Mindestanforderung: Klasse E-d2
24	Künstliche Bewitterung nach EN 1062-11, 4.2 (UV-Bestrahlung und Feuchte), nur bei Verwendung im Außenbereich	DIN EN 1062-11 Verfahren 4.2	98 d	Nach 2 000 h künstlicher Bewitterung: keine Blasen, keine Risse kein Abblättern

<sup>1)</sup> Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

<sup>2)</sup> Bei der Instandsetzung von durch Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) geschädigten Betonbauteilen sollte gemäß den „DAfStb-Empfehlungen für die Schadensdiagnose und Instandsetzung von Betonbauwerken, die infolge einer AKR geschädigt sind“, ein Teildiffusionswiderstand von  $s_D < 2,5$  m eingehalten werden.



Tabelle 23: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von für die Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS D II) und OS 5b (OS D I) nach Tabelle 22

Nr.	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit nach Tabelle 22	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Bestandteile</b>			
1	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Sichtprüfung	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
2	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	ISO 2811-1 ISO 2811-2	± 3 %
3	Infrarotspektrum	EN 1767	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung
4	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>1)</sup>	EN ISO 3251	± 5 %
5	Aschegehalt <sup>1)</sup>	EN ISO 3451-1	± 5 %
6	Thermogravimetrie	EN ISO 11358	Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C
7	Auslaufzeit	EN ISO 2431	± 15 %
8	Viskosität	EN ISO 3219	±20 %
9	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile	EN 12192-1	> 2 mm. ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm. ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)
<b>Frisches Gemisch</b>			
10	Oberflächentrocknungszeit – Glasperlenverfahren	EN ISO 1517	± 10 %
11	Konsistenz	EN 1015-3	Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm
12	Luftgehalt	EN 1015-7	± 2 % absolut
13	Rohdichte	EN 12190 u. EN 1015-6	± 5 %
14	Verarbeitbarkeit –Fließverhalten	EN 13395-2	± 15 %
15	Verarbeitbarkeitszeit (Ansteifungszeit)	EN 13294	± 20 %

<sup>1)</sup> nur bei einkomponentigen Systemen

Ergänzend zu Tabelle 23 kann es erforderlich sein, die Übereinstimmung von für die Baumaßnahme wesentlichen Merkmalen (z. B. bemessungsrelevante Merkmale) zusätzlich nachzuweisen.

Tabelle 24: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS D II) und OS 5b (OS D I) nach Tabelle 22

Nr.	1		2		
1	<b>Allgemeines</b>				
	Hersteller (Name und Adresse)				
	Name des Oberflächenschutzsystems				
	Anwendbarkeit für Verfahren gemäß ZTV LB 219, Tabelle 0.4				
2	<b>Komponenten des Oberflächenschutzsystems</b>				
	1	2	3	4	5
	Produktname	Stoffart	Lieferform	Lagerdauer	Lagerbedingungen
3	<b>Ergebnisse aus dem Nachweis der projektspezifischen Anforderungen zum Nachweis der Übereinstimmung</b>				
	1	2	3	4	
	Merkmal	Bezug zu Tabelle 22	Anforderungen		
			projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit		Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
	<b>Bestandteile</b>				
	Allgemeines Erscheinungsbild und Farbe	Sichtprüfung		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Dichte – Pyknometer-Verfahren – Tauchkörper-Verfahren	Zeile 2		± 3 %	
	Infrarotspektrum	Zeile 3		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung	
	Flüchtige und nichtflüchtige Anteile <sup>1)</sup>	Zeile 4		± 5 %	
	Aschegehalt <sup>1)</sup>	Zeile 5		± 5 %	
	Thermogravimetrie	Zeile 6		Keine Hinweise auf Abweichungen der Zusammensetzung ± 5 % bezüglich des Masseverlusts bei 600 °C	
	Auslaufzeit	Zeile 7		± 15 %	
	Viskosität	Zeile 8		±20 %	
	Korngrößenverteilung der trockenen Bestandteile	Zeile 9		> 2 mm. ± 6% absolut 0,063 mm – 2 mm. ± 4% absolut < 0,063 mm ± 2% absolut Feinspachtel: Prüfkorngrößen ≥ 0,125 mm: ± 5% absolut (jeweils bezogen auf die Sieblinie)	

Tabelle 24: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Oberflächenschutzsysteme OS 5a (OS D II) und OS 5b (OS D I) nach Tabelle 22 (Fortsetzung und Schluss)

3	Frisches Gemisch								
	1		2	3			4		
	Merkmal		Bezug zu Tabelle 22	Anforderungen					
				projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit			Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen		
	Oberflächentrocknungs- zeit Glasperlenverfahren		Zeile 10				± 10 %		
	Konsistenz		Zeile 11				Ausbreitmaß: ± 15 % oder 20 mm		
	Luftgehalt		Zeile 12				± 2 % absolut		
	Rohdichte		Zeile 13				± 5 %		
	Verarbeitbarkeit – Fließverhalten		Zeile 14				± 15 %		
	Verarbeitbarkeitszeit (An- steifungszeit)		Zeile 15				± 20 %		
4	Sicherheit /Arbeitsschutz								
	s. Sicherheitsdatenblatt								
5	Entsorgung								
6.1	Ausführung								
	Vorbereitung der Unterlage gemäß ZTV-W LB 19, Abschnitt 0.1, mit Zusatzanforderungen (Abreißfestigkeit, Rauheit)								
6.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Aufbau, Sys- tem-/ Produktname	Mischungs- verhältnis [GT]	Trockenschicht dicke [µm]	Auftragsart	Schichtdi- cken- zuschlag [µm]	Sollschichtdicke [µm]	zugehöriger Stoffverbrauch (MV) * zu Spalte 6 [kg/m <sup>2</sup> ]	Trocken- schichtdicke [µm]	Mischen (Art/Dauer) [min]
			$d_{\min}$		$d_z$	$d_s = d_{\min} + d_z$	$MV = \frac{d_s \cdot \text{Dichte}}{FV \cdot 10}$		
6.3	Temperatur der Stoffe, Unterlage, Luft min/max [°C]					Rel. Luftfeuchte max [%]			
6.4	Füllstoffe, Abstreustoffe								
	Anschlüsse z. B. Stahl, nicht rostende Stähle, verzinkte Flächen, Kunststoffe, Nichteisenmetalle								
	Trennmittel								
	Sonstige Randbedingungen								

1) nur bei einkomponentigen Systemen

## **4 Produkte und Systeme für das Schließen, Abdichten und Verbinden von Rissen/Rissflanken mit kraftschlüssigen und dehnbaren Rissfüllstoffen**

### **4.1 Allgemeines**

In den nachfolgenden Abschnitten werden Empfehlungen für erforderliche Leistungen von Rissfüllstoffen für Instandsetzungsmaßnahmen an Betonbauwerken und Betonbauteilen aufgeführt.

Der Sachkundige Planer legt gemäß ZTV-W LB 219 unter Berücksichtigung der für das Bauteil maßgeblichen Einwirkungen aus der Umgebung und dem Untergrund (s. Abschnitt 4.2) den geeigneten Rissfüllstoff und die geeignete Füllart fest. Die nachfolgenden Merkmale gelten für alle Einwirkungen gemäß ZTV-W LB 219, Tabelle 0.1.

Rissfüllstoffe sollten Anforderungen

- zum kraftschlüssigen Füllen (F) von Rissen nach Abschnitt 4.2.2,
- zum dehnbaren Füllen (D) von Rissen nach Abschnitt 4.2.3 und
- zum Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen der Risse) und Abdichten von Rissen nach Abschnitt 4.2.4

erfüllen.

Empfehlungen für Merkmale von Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen von Rissen für polymerhärtende Stoffe sind in Tabelle 27, für zementgebundene Rissfüllstoffe in Tabelle 28 enthalten. Die Empfehlungen für Merkmale von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen mit polymeren Stoffen sind in Tabelle 29 zusammengefasst.

Die Merkmale der Rissfüllstoffe sind getrennt nach Art des Rissfüllstoffes und nach der Art des Füllens tabellarisch zusammengefasst worden. Bei den Füllarten werden die Injektion (I) und das Vergießen (V) unterschieden.

Die „verbindlichen Angaben zur Ausführung“ nach Abschnitt 4.3 sollten vom Produkthersteller erstellt werden. Ein Nachweis des Injektionsverhaltens in Betonbauteilen ist mit zugehörigem Injektionsverfahren zu führen und in den Angaben zur Ausführung zu beschreiben.

Die Gebinde müssen so ausgebildet werden, dass sie die Einhaltung der korrekten Mischungszusammensetzungen mit den Einzelkomponenten gewährleisten.

### **4.2 Rissfüllstoffe gemäß ZTV-W LB 219, Abschnitt 8**

#### **4.2.1 Allgemeines**

Die nachfolgenden Tabellen 25 und 26 enthalten Empfehlungen für die Zuordnung von Produkten und Systemen für das Schließen (Begrenzen der Rissbreite durch Füllen), für das Abdichten und für das Verbinden von Rissen zu Füllzielen in Abhängigkeit von der Einwirkung auf den Füllbereich.

Tabelle 25: Empfehlung für die Verwendung von Rissfüllstoffen

S	1	2	3	4	5	6
Z	Füllziel	Füllart	Einwirkung auf den Füllbereich			
			trocken <sup>a</sup> DY (dry)	feucht DP (damp)	nass WT (wet)	fließendes Wasser <sup>b</sup> WF (waterflow)
			Zulässige Rissfüllstoffe			
1a	Schließen (Begrenzung der Riss- breite durch Füllen)	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) <sup>c</sup> F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)
1b		durch Vergießen <sup>d</sup>	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	-- --	-- --
2a	Abdichten	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) D-I (P)	F-I (P) <sup>c</sup> F-I (H) D-I (P)	-- F-I (H) D-I (P)	-- -- D-I (P)
2b		durch Vergießen <sup>d</sup>	F-V (P) F-V (H)	-- F-V (H)	-- --	-- --
3a	Kraft- schlüssiges Verbinden	durch Injektion	F-I (P) F-I (H) <sup>e</sup>	F-I (P) <sup>c</sup> F-I (H) <sup>e</sup>	-- F-I (H) <sup>e</sup>	-- F-I (H) <sup>e</sup>
3b		durch Vergießen <sup>d</sup>	F-V (P) F-V (H) <sup>e</sup>	-- F-V (H) <sup>e</sup>	--	--
4	Begrenzt dehnbares Verbinden	durch Injektion	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)	D-I (P)

<sup>a</sup> Flanken von Rissen und innere Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgehässst werden.

<sup>b</sup> Zusammen mit Maßnahmen zur Druckminderung (z. B. Entlastungsbohrungen, Wasserhaltung) und rückseitigem Abdichten (SPUR)

<sup>c</sup> F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit

<sup>d</sup> Füllgrad muss durch Bohrkernentnahme nachgewiesen werden.

<sup>e</sup> gilt sinngemäß auch für Hohlräume

F: Rissfüllstoff für kraftschlüssiges Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Epoxidharz (EP), mit hydraulischem Bindemittel (H) hergestellt, z. B. Zementleim (ZL) oder Zementsuspension (ZS)

D: Rissfüllstoff für begrenzt dehnbares Füllen von Rissen, mit reaktivem Polymerbindemittel (P) hergestellt z. B. Polyurethan (PUR); evtl. mit zugehörigem schnellschäumenden Polyurethan (SPUR)

I: Injektion,

V: Vergießen

Tabelle 26: Empfehlung für füllstoffspezifische Verwendungsbedingungen

S	1		2	3	4
Z	Merkmal		Verwendungsbedingungen		
	Verbinden von Rissflanken		Kraftschlüssig (F)		Dehnbar (D)
1	Füllstoff-Füllart		F-I (P) / F-V (P)	F-I (H) <sup>a</sup> / F-V (H) <sup>a</sup>	D-I (P)
2	Rissart,		Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss, oberflächennaher Riss	Trennriss, Biegeriss
3	Hohlraum		-	ja	ja
4	Rissursache		bekannt, nicht wiederkehrend		bekannt, wiederkehrend
5	vorangegangene Maßnahmen		nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	nicht zulässig bei vorangegangener Füllung mit P	zulässig bei vorangegangener Füllung mit P oder H
6	XSTAT statisch mitwirkend		ja	ja	nein
7	XBW2 flächige Durchströmung		nein	ja	ja
8	XDYN		s. Zeile 13 XCR $\Delta w$ HFR u. $\Delta w$ LFR	nicht zulässig	zulässig
9	XCR	Feuchtezustand	DY / DP <sup>b</sup>	DY <sup>c</sup> / DP / WT	DY / DP / WT / WF
10	Niedrigste Bauteiltemperatur <sup>d</sup>		8 °C	5 °C	5 °C
11	Bei Bauteilen mit Bewehrung oder sonstigen eingebetteten Metallen		ja	ja	ja
12	Injizierbarkeitsklasse nach DIN EN 1504-5		1 / 2 / 3 / 5 / 8	3 / 5 / 8	1 / 2 / 3 / 5 / 8
13a	XCR	Rissbreite <sup>g</sup>	w [mm] $\geq 0,1$ / $\geq 0,2$ / $\geq 0,3$ $\geq 0,5$ / $\geq 0,8$	$\geq 0,3$ / $\geq 0,5$ / $\geq 0,8$	$\geq 0,1$ / $\geq 0,2$ / $\geq 0,3$
		bei Injektion			
13b		beim Vergießen gemäß DIN EN 1504-5	$\geq 0,2$	$\geq 0,5^e$ / $\geq 0,8^f$	–
13c		Rissbreitenänderung während der Erhärtungsphase	$\Delta w$ HFR $\Delta w \leq 0,10 \cdot w \leq 0,03$ [mm], der kleinere von beiden Werten ist maßgebend	nicht zulässig	zulässig
13d			$\Delta w$ LFR abhängig von der Festigkeitsentwicklung	nicht zulässig	zulässig
13e		während der Nutzungsphase	$\Delta w$ LFR $\Delta w$ CON $\Delta w$ HFR	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit	keine bei geforderter Kraftschlüssigkeit <sup>c</sup>
14	Erneute Rissbildung während der Nutzungsphase für das Füllziel „Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen)“		$w_{neu}$	<p>Die Auswahl des Rissfüllstoffes ist in Abhängigkeit von der Rissbreite, den zu erwartenden Rissbreitenänderungen und Einwirkungen (insbesondere Temperatur und veränderliche Lasten) zu treffen. Es ist zu beachten, dass beim kraftschlüssigen Verbinden bei wiederkehrender Rissursache Neurissbildungen an anderer Stelle des Bauteils oder am gefüllten Riss möglich sind. Bei dehnbaren Rissfüllstoffen kann die aufnehmbare Dehnbarkeit überschritten werden. Das Füllziel „Schließen“ kann dennoch erfüllt werden, sofern die zulässigen Rissbreiten zur Sicherstellung des Korrosionsschutzes eingehalten werden. Die Maßnahmen sind so zu planen, dass das Füllen von Rissen bei möglichst großer Rissbreite ausgeführt werden kann.</p> <p>Der Sachkundige Planer muss die Unbedenklichkeit von Rissen stets objektspezifisch bewerten. Dies gilt auch für die Beurteilung von nach einer Instandsetzung gegebenenfalls erneut auftretenden Rissen.</p>	

<sup>a</sup>	Die Leistungsfähigkeit der kraftschlüssigen Verbindung mit hydraulischem Bindemittel ist nur bedingt, siehe Leistungsbeschreibung des Herstellers
<sup>b</sup>	F-I (P) mit explizit nachgewiesener Feuchteverträglichkeit
<sup>c</sup>	Flanken von Rissen und inneren Oberflächen von Hohlräumen müssen gegebenenfalls gemäß Angaben zur Ausführung vorgehästet werden
<sup>d</sup>	bei explizitem Nachweis ist die Verwendung auch bei niedrigen Bauteiltemperaturen möglich
<sup>e</sup>	ZS $\geq 0,5$ mm,
<sup>f</sup>	ZL $\geq 0,8$ mm
<sup>g</sup>	Rissbreite, ermittelt an Bauteiloberfläche

#### 4.2.2 Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen (F)

Für Rissfüllstoffe zum kraftschlüssigen Füllen nach ZTV-W LB 219 sollten die Merkmale nach den Tabellen 27 und 28 nachgewiesen werden.

Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion mit Polymer härtenden Rissfüllstoffen (P) sollte 20 min betragen. Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion mit hydraulisch härtenden Rissfüllstoffen (H) sollte 30 min betragen. Bei Hohlrauminjektionen mit hydraulisch härtenden Rissfüllstoffen (H) sollte die Mindestverarbeitbarkeitsdauer 120 min betragen. Bei Verwendung von Injektionsanlagen für zweikomponentige Rissfüllstoffe ist zu beachten, dass sich die Viskositäten der Einzelkomponenten in Abhängigkeit der Temperatur ungleich verändern können. Die Einhaltung des Mischungsverhältnisses ist durch Bauteilversuche zu bestätigen.

In besonderen Anwendungsfällen, bei zu erwartenden Rissbreitenänderungen während der Erhärtung des Rissfüllstoffes, ist die Kenntnis der Haftzugfestigkeitsentwicklung unter verschiedenen Erhärtungstemperaturen im frühen Prüfalter erforderlich.

Für hydraulisch erhärtende Rissfüllstoffe, die im Stahl- und Spannbeton verwendet werden, sollte nachgewiesen werden,

- dass sie einen Chloridgehalt, geprüft nach DIN EN 196-2, von  $\text{Cl}^- \leq 0,2$  % Massenanteile bezogen auf den Zementgehalt einhalten; und
- dass sie in der elektrochemischen Prüfung nach DIN EN 480-14 die Anforderung an die Stromdichte von  $\leq 10 \mu\text{A}/\text{cm}^2$  nach einer Stunde einhalten. Werden ausschließlich zugelassene oder genormte Zusatzmittel nach DIN EN 934-2 eingesetzt, die die Anforderungen nach DIN EN 480-14 erfüllen, kann die elektrochemische Prüfung entfallen.

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen

S	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer						
1	XALL	-	Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
2	XALL	-	Epoxid-Äquivalent	EN 1877-1	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
3	XALL	-	Aminzahl	EN 1877-2	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
4	XALL	-	Hydroxylzahl	EN 1240	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
5	XALL	-	Isocyanatgehalt	EN 1242	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
6	XALL	-	Andere funktionelle Gruppen	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
7	XALL	-	Infrarotspektroskopie	EN 1767	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
8	XALL	-	Dynamische Viskosität bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
9	XALL	-	Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPa·s bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
10	XALL	-	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	Injektionsversuch am Bauteil - 1K-Anlage	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
11	XALL	-	Mischgenauigkeit bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	Injektionsversuch am Bauteil - 2K-Anlage	Werte ermitteln	x	x	< 7 d
12	XALL	-	Topfzeit	EN ISO 9514	Werte ermitteln	x	x	< 7 d



Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer						
Gemischter und erhärteter Rissfüllstoff								
13	XC1 trocken	für EP-I, EP-V, F-V (P)  in Kombination mit folgenden Einwirkungen:  XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Haftung durch Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40)	Nach Prinzip 4 F1: $f_{ct} \geq 3,0 \text{ MPa}$ (2,5 MPa) <sup>a</sup> F2: $f_{ct} \geq 2,0 \text{ MPa}$ (1,5 MPa) <sup>a</sup> Sofern $f_{ct} \leq 3,5 \text{ MPa}$ ist, wird kohäsives Versagen im Beton gefordert. Sofern $f_{ct} > 3,5 \text{ MPa}$ , ist kohäsives Versa- gen im Beton oder adhäsives Versagen in der Grenzfläche Beton-Rissfüllstoff zuläs- sig.	x	x	42 d
14	XALL	für EP-I, EP-V, F-V (P)  in Kombination mit folgenden Einwirkungen:  XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Haftung durch Schrägscherfestigkeit	DIN EN 12618-3	monolithisches Versagen (ähnliche Riss- muster wie bei den Kontrollprismen)	x	x	21 d

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer						
15	XALL	-	Gehalt an nichtflüchtigen Anteilen	EN ISO 3251 - Einwaage, frisch gemischter Rissfüllstoff: 10 g (Ausgangsmasse, m <sub>1</sub> ) Nach 7-tägiger Lagerung bei (21 ± 2) °C und Trocken bei 1 % relativer Luftfeuchte (im Exsikkator)	> 95 %	x	x	7 d
16	XALL	-	Glasübergangstemperatur	DIN EN 12614	> 40 °C	x	x	< 7 d
17	XALL	XCR DP XCR WT XCR WF XBW2	Injizierbarkeit bei trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm–0,2 mm–0,3 mm: Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit 0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 7 MPa	x x x	- x x	28 d
				DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm Anforderungen an die Haftung (Zeile 1) erfüllt	x	x	42 d

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer						
18	XALL	XCR DY für EP-I, EP-V, F-V (P) in Kombi- nation mit folgen- den Einwirkungen: XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2	Injizierbarkeit bei nicht trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm – 0,2 mm – 0,3 mm: Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit 0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 7 MPa	x x x	- x x	63 d
				DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm Anforderungen an die Haftung (Zeile 1) erfüllt	x	x	42 d
19	XALL		Viskosität $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	DIN EN ISO 3219	angegebener Wert	x	x	< 7 d
20	XALL	-	Verarbeitbarkeitsdauer $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	DIN EN ISO 9514 Topfzeit: siehe DIN EN 1504-5, Tabellen 2.a	angegebener Wert Riss: mindestens 20 min bei einkompo- nentiger Verarbeitung	x	x	< 7 d

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer						
21	XALL	-	Zugfestigkeitsentwicklung bei Polymeren $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	DIN EN 1543 Die Prüfung muss unter drei Konditionierungs- und Prüftemperaturen durchgeführt werden: 21 °C sowie vom Hersteller empfohlene Mindest- und Höchstverwendungstemperatur, jeweils mit einer Abweichung von $\pm 2$ °C.	Zugfestigkeit > 3 MPa innerhalb von 72 h bei der Mindestverwendungstemperatur oder innerhalb von 10 h bei der Mindestverwendungstemperatur bei täglichen Rissbreitenänderungen von mehr als 10 % oder 0,03 mm (der niedrigere Wert ist maßgebend)	x	x	< 7 d
22	XC1 – C4 XD1– XD3 XF1 – XF4	für EP-I, EP-V, F-V (P) in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Haftung durch Haftzugfestigkeit $f_{ct}$ nach Temperatur-Wechsel- Beanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen	DIN EN 12618-2 / DIN EN 13687-3 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Probenpräparation nach Teil 4	F1: $f_{ct} \geq 3,0$ MPa (2,5 MPa) <sup>a</sup> F2: $f_{ct} \geq 2,0$ MPa (1,5 MPa) <sup>a</sup>	x	x	42 d

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer						
23	XALL	für EP-I, EP-V, F-V (P) in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Verträglichkeit mit Beton abgedeckt durch: Haftung durch Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 / DIN EN 13687-3 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40)	F1: $f_{ct} \geq 3,0 \text{ MPa}$ (2,5 MPa) (a) <sup>a</sup> F2: $f_{ct} \geq 2,0 \text{ MPa}$ (1,5 MPa) (a) <sup>a</sup>	x	x	42 d
24	XALL	für EP-I in Kombination mit folgenden Einwirkungen: XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Festigkeit im Riss - Injektionsver- fahren	Balkenversuch im Labor nach Anhang A2	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	x	-	28 d
			Füllgrad im Riss - Injektionsverfah- ren		$\geq 80 \%$			

Tabelle 27: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) und Zuordnung in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

S	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (P),	F-V (P)	Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer						
25	XDYN	für EP-I in Kombination mit folgenden Einwirkungen:	Festigkeit im Riss - Injektionsver- fahren	Balkenversuch im Labor unter dynami- scher Belastung nach Anhang A2	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	X	-	28 d
		XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2	Füllgrad im Riss - Injektionsverfah- ren		≥80 %			
26	XALL	XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Festigkeit im Riss – Vergießen	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2	Im Überlastungsversuch kein Aufreißen der Risse, mindestens eine Laststeigerung	-	x	28 d
27	XALL	XCR DP* XCR WT XCR WF XBW2 XDYN	Füllgrad im Riss – Vergießen	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2	> 80 %	-	x	28 d

\* XCR DP mit besonderem Nachweis

a Der in Klammern angegebene Wert ist der niedrigste zulässige Messwert.

EP: Epoxidharz

1) Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen.

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen

S	1		2	3	4	5	6	7	8	9
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H)		F-V (H)		Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
1	XALL	-	Dichte A: Pulverkomponente von H B: Flüssigkomponente von H, gegebenenfalls demineralisiertes Wasser C: Zusatzmittel	DIN EN ISO 2811-1 oder DIN EN ISO 2811-2	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
2	XALL	-	Korngrößenverteilung (Komp. A)	ISO 13320-1	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
3	XALL	-	Bestimmung der flüchtigen und nicht flüchtigen Be- standteile (Komp. B, C)	DIN EN ISO 3251 alternativ DIN EN ISO 11358	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
4	XALL	-	Chloridgehalt (Komp. A, B, C) Nachweis durch Lieferant möglich	DIN EN 196-2 für Pulver DIN 4030-2 für B und C	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
5	XALL	-	Infrarotspektroskopie (Komp. B, C)	DIN EN 1767	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
6	XALL	-	Rohdichte	nach Teil 4	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
7	XALL	-	Auslaufzeit (Marsh- Trichter) bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	DIN EN 14117	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1		2	3	4	5	6	7	8	9
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H)		F-V (H)		Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
8	XALL	-	Erstarrungszeit bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	EN 196-3	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
9	XALL	-	Eindringstabilität bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	DIN EN 14497	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
<b>Gemischter und erhärteter Rissfüllstoff</b>										
10	XALL	-	Dichte und Druckfestigkeit	DIN EN 12190a	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
11	XALL	-	Volumenänderung (Absetzmaß)	DIN EN 445	Werte ermitteln	x	x	x	x	< 7 d
12	XC1 trocken	XDYN	Haftung durch Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40)	Nach Prinzip 4 F1: $f_{ct} \geq 3,0 \text{ MPa}$ (2,5 MPa) <sup>a</sup> F2: $f_{ct} \geq 2,0 \text{ MPa}$ (1,5 MPa) <sup>a</sup>  Für Rissfüllstoffe, die nur für das Füllen von Hohlräumen und Fehlstellen vorgesehen sind und nach Prinzip 1 für Risse F3: Angegebener Wert	X	X	-	-	56 d
		XDYN								
		XCR WT								
		XCR WF								
		XBW2								
						-	-	X	X	56 d



Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1		2	3	4	5	6	7	8	9
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H)		F-V (H)		Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
13	XALL	-	Druckfestigkeit	EN 12190 nach 7 Tagen ohne Sand	F3: > 20 MPa nach 7 Tagen. Für Rissfüllstoffe, die nur für das Füllen von Hohlräumen und Fehlstellen vorgesehen sind	X	X	X	X	28 d
14	XALL	XDYN	Haftung durch Schräg- scherfestigkeit	DIN EN 12618-3	monolithisches Versagen (ähnliche Rissmus- ter wie bei den Kontrollprismen)	X	X	-	-	35 d
		XCR WT XCR WF XBW2				-	-	X	X	
15	XALL	-	Bluten / Wasserabsonde- rung	DIN EN 445	nach 3 h < 1 % des Anfangsvolumens ausge- blutet	X	X	X	X	< 7 d
16	XALL	-	Volumenänderung	DIN EN 445	-1 % < Volumenänderung < +5 % des An- fangsvolumens	X	X	X	X	< 7 d
17	XALL	-	Chloridgehalt	DIN EN 196-2	≤ 0,2 % Massenanteile/Zementgehalt	X	X	X	X	< 7 d

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1		2	3	4	5	6	7	8	9
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H)		F-V (H)		Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
18	XALL	XCR DP	Injizierbarkeit bei trockenem Medium	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse 3: < 12 min + 20 ml Überschuss - für Rissbreiten 0,3 mm  Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 3 N/mm <sup>2</sup>	-	X	-	X	28 d
19		XCR WT XCR WF XBW2	Rissbreiten: 0,3 mm Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit  Rissbreiten: 0,5 mm – 0,8 mm oder wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: Bestimmung von Füllgrad und Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm  Anforderungen an die Haftung (Zeile 1) erfüllt	X  X	X  X	-  X	X  X	56 d

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1		2	3	4	5	6	7	8	9
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H)		F-V (H)		Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
20	XALL	XCR DY	Injizierbarkeit bei nicht trockenem Medium  Rissbreiten: 0,3 mm: Bestimmung der Injizierbarkeit und Prüfung der Spaltzugfestigkeit	DIN EN 1771	Injizierbarkeitsklasse: 3: < 4 min + 20 ml Überschuss für Rissbreiten 0,3 mm  Prüfung der Spaltzugfestigkeit > 3 N/mm <sup>2</sup>	-	X	-	X	28 d
21		ZL-V, ZS-V in Kombination mit folgenden Einwirkungen:  XCR WT XCR WF XBW2		DIN EN 12618-2 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40). Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden	Injizierbarkeitsklasse  5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm  8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm  Anforderungen an die Haftung (Zeile 1) erfüllt	X  X	X  X	-  X	X  X	56 d

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1		2	3	4	5	6	9	8	9
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H)		F-V (H)		Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
22	XALL	-	Auslaufzeit bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	DIN EN 14117	Wert angeben	X	X	X	X	< 7 d
23	XALL	-	Verarbeitbarkeitsdauer bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	Prüfverfahren im Labor nach Anhang A2	Wert angeben  Riss: mindestens 20 min bei einkomponenti- ger Verarbeitung  Hohlrauminjektion: mindestens 120 min	X	X	X	X	< 7 d
24	XALL	-	Erstarrungszeit bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	DIN EN 196-3 Zulässige Abweichung von angegebener Temperatur $\pm 2^\circ\text{C}$ .	Wert angeben	X	X	X	X	< 7 d
25	XC1– XC4 XD1– XD3 XF1– XF4	XDYN	Haftung durch Haftzugfes- tigkeit $f_{ct}$ nach Tempera- turwechselbeanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen	DIN EN 12618 2 / DIN EN 13687-3 in Verbin- dung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Probenpräparation nach Anhang A2	F1; F2: Verringerung der Haftzugfestigkeit um weniger als 30 % des Ausgangswertes  F3: Wert angeben	X	X	-	-	56 d
		XDYN XCR WT XCR WF XBW2				-	-	X	X	56 d

Tabelle 28: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

S	1		2	3	4	5	6	7	8	9
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	F-I (H)		F-V (H)		Dauer der Prüfung <sup>1)</sup>
	allgemein	außer				ZL-I	ZS-I	ZL-V	ZS-V	
26	XC1– XC4 XD1– XD3 XF1– XF4	XDYN	Verträglichkeit mit Beton abgedeckt durch: Haftung durch Haftzugfestigkeit	DIN EN 12618 2 / DIN EN 13687-3 in Verbindung mit DIN EN 1766 (MC 0.40) Vgl. Zeile 14	F1; F2: Verringerung der Haftzugfestigkeit um weniger als 30 % des Ausgangswertes F3: Wert angeben	X	X	-	-	56 d
		XDYN								
		XCR WT								
		XCR WF XBW2				-	-	X	X	
27	XALL	XDYN	Dichtheit / Festigkeit im Riss - Injektionsverfahren	Balkenversuch im Labor nach Anhang A2	Dichtheit, Lastaufnahme, Wert angeben	X	X	-	-	28 d
			Füllgrad im Riss - Injektionsverfahren		≥ 80 %					
28	XALL	XDYN	Druckfestigkeit nach Hohlrauminjektion- injektionsverfahren	Hohlrauminjektion im Labor nach Anhang A2	Druckfestigkeit, Druckfestigkeitssteigerung im Vergleich zum nicht injizierten Probekörper, Wert angeben	-	-	X	X	28 d
			Füllgrad nach Hohlrauminjektion- Injektionsverfahren		Füllgrad > 80 %					
29	XALL	-	Elektrochemische Prüfung	DIN EN 480-14	Stromdichte ≤ 10 µA/cm² nach einer Stunde	X	X	X	X	14 d

<sup>a</sup> Der in Klammern angegebene Wert ist der niedrigste zulässige Messwert.

ZL: Zementleim

ZS: Zementsuspension

1) Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen

#### 4.2.3 Rissfüllstoffe zum dehnbaren Füllen (D)

Für die Rissfüllstoffe zum begrenzt dehnbaren Füllen nach ZTV-W LB 219 sollten die Merkmale nach Tabelle 29 nachgewiesen werden.

Die Mindestverarbeitbarkeitsdauer bei einkomponentiger Injektion sollte 20 min betragen. Bei Verwendung zweikomponentiger Injektionsanlagen ist zu beachten, dass sich die Viskositäten der Einzelkomponenten in Abhängigkeit der Temperatur ungleich verändern können. Die Einhaltung des Mischungsverhältnisses ist durch Bauteilversuche zu bestätigen.

Für den Einsatz von dehnbaren Rissfüllstoffen in Bauteilen, die einem höheren Wasserdruck als  $2 \times 10^5$  Pa ausgesetzt sind, sollte die Wasserdichtheit nach DIN EN 14068 zusätzlich bei  $7 \times 10^5$  Pa nachgewiesen werden.

Sofern dehbare Rissfüllstoffe in Bauteilen eingesetzt werden, die Temperatur-Wechselbeanspruchungen und Nass-Trocken-Zyklen ausgesetzt sind, sollte die Dauerhaftigkeit – Haftung und Dehnung – nach Temperatur-Nass-Trocken-Wechselagerungen nachgewiesen werden.

Für den Einsatz der dehnbaren Rissfüllstoffe in Bauteilen in Kontakt mit polymeren Einlagen (z. B. Fugenbänder, Hüllrohre, etc.) sollte die Verträglichkeit des Rissfüllstoffes mit diesen polymeren Einlagen nachgewiesen werden.

Polyurethanschaum (SPUR) ist kein dauerhaft abdichtender, dehnbarer Rissfüllstoff. Als Hilfsstoff ist SPUR in Ausnahmefällen bei unter Druck wasserführenden Rissen zur vorangehenden Injektion erforderlich. SPUR sollte die Anforderungen nach Tabelle 29 erfüllen.

Tabelle 29: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen

S	1		2	3	4	5
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prüfung <sup>5)</sup>
	allgemein	außer				
1	XALL	-	PUR/SPUR: Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	Wert ermitteln	< 7 d
2	XALL	-	PUR/SPUR: Aminzahl	EN 1877-2	Wert ermitteln	< 7 d
3	XALL	-	PUR/SPUR: Hydroxylzahl	EN 1240	Wert ermitteln	< 7 d
4	XALL	-	PUR/SPUR: Isocyanatgehalt	EN 1242	Wert ermitteln	< 7 d
5	XALL	-	PUR: Andere funktionelle Gruppen	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Wert ermitteln	< 7 d
6	XALL	-	PUR/SPUR: Infrarotspektroskopie	EN 1767	Wert ermitteln	< 7 d
7	XALL	-	SPUR: Säurezahl	DIN EN ISO 2114	Wert ermitteln	< 7 d
8	XALL	-	SPUR: Infrarotspektrum	DIN EN 1767	Wert ermitteln	< 7 d
9	XALL	-	SPUR: Ausdehnungsverhältnis und -entwicklung	DIN EN 14406	Wert ermitteln	< 7 d
<b>Gemischter und erhärteter Rissfüllstoff</b>						
10	XALL	-	Dynamische Viskosität bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Wert ermitteln	< 7 d
11	XALL	-	Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPa·s bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Wert ermitteln	< 7 d
12	XALL	-	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	Injektionsversuch am Bauteil 1K-Anlage	Wert ermitteln	< 7 d
13	XALL	-	Topfzeit	EN ISO 9514	Wert ermitteln	< 7 d
14	XCR WF	-	SPUR: Ausdehnungsverhältnis und -entwicklung für die Einwirkungen XCR Wf	DIN EN 14406	Wert ermitteln	< 7 d
15	XALL	-	SPUR: Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul	EN ISO 527 (Teil 1 und Teil 2)	Wert ermitteln	< 7d
16	XALL	XST	Haftung und Dehnbarkeit von dehnbaren Rissfüllstoffen (P)	DIN EN 12618-1	Haftung: Wert; angeben Dehnung > 10 %	28d
17	XALL	-	Wasserdichtheit (P) <sup>1)</sup>	DIN EN 14068	Wasserdichtheitsklasse D D1: wasserdicht bei $2 \times 10^5$ Pa, D2: wasserdicht bei $7 \times 10^5$ Pa,	35 d
18	XALL	-	Glasübergangstemperatur (P)	DIN EN 12614	angegebener Wert	< 7 d

Tabelle 29: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung)

S	1		2	3	4	5
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prüfung <sup>5)</sup>
	allgemein	außer				
19	XALL	XCR DP XCR WT XCR WF	Injektionsfähigkeit bei trockenem Medium Rissbreiten: 0,1 mm 0,2 mm – 0,3 mm: Bestimmung der Injektionsfähigkeit	DIN EN 1771	Injektionsfähigkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm	28 d
			Rissbreiten: 0,5 mm 0,8 mm wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: abgedeckt durch Injektion zwischen zwei Betonkörpern	abgedeckt durch: Injektion zwischen Betonkörpern EN 12618-2:2004 (4.3 bis 4.6) Betontyp MC(040) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden.	Injektionsfähigkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm	42 d
20	XALL	XCR DY	Injektionsfähigkeit in nicht trockenes Medium Rissbreiten: 0,1 mm 0,2 mm - 0,3 mm Bestimmung der Injektionsfähigkeit	DIN EN 1771	Injektionsfähigkeitsklasse 1: < 4 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,1 mm 2: < 8 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,2 mm 3: < 12 min (nur Säulen) für Rissbreiten 0,3 mm	28 d
			Rissbreiten: 0,5 mm – 0,8 mm wenn EN 1771 nicht anwendbar ist: abgedeckt durch Injektion zwischen zwei Betonkörpern	abgedeckt durch: Injektion zwischen Betonkörpern EN 12618-2:2004 (4.3 bis 4.6) Betontyp MC(040) Bei den Rissbreiten 0,5 mm und 0,8 mm müssen inerte flexible Abstandshalter aus Kunststoff mit einer Weite von jeweils 0,5 mm und 0,8 mm verwendet werden.	Injektionsfähigkeitsklasse 5: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,5 mm 8: Füllgrad > 90 % bei Rissbreiten 0,8 mm	42 d



Tabelle 29: Empfehlungen zu Merkmalen von Rissfüllstoffen für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffen (P) durch Injektion D-I (P) in Abhängigkeit der Einwirkungen (Fortsetzung und Schluss)

S	1		2	3	4	5
Z	Einwirkung gemäß ZTV-W LB 219		Merkmal	Prüfverfahren	Anforderung	Dauer der Prüfung <sup>5)</sup>
	allgemein	außer				
21	XALL	-	Viskosität (P) bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	DIN EN ISO 3219	Wert angeben	< 7 d
22	XALL	-	Verarbeitbarkeitsdauer (P) bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	DIN EN ISO 9514	Wert angeben, Riss: mindestens 20 min bei ein-komponentiger Verarbeitung	< 7 d
23	XALL	-	Verträglichkeit mit Beton (P) (und Verträglichkeit mit Wasser)	DIN EN 12637-1	kein Versagen bei Druckprüfung; Verlust des Formänderungsvermögens < 20 %	28 d
24	XF1-XF4	-	Dauerhaftigkeit <sup>2)</sup> Haftung und Dehnung nach Temperatur-Wechsel-Beanspruchung und Nass-Trocken-Zyklen	DIN EN 12618-1 und DIN EN 13687-3	Haftung: Haftungsverlust geringer als 20 % des Ausgangswertes Dehnung > 10 %	56 d
25	Bei Kontakt mit polymeren Einlagen		Auswirkung auf polymere Einlagen <sup>3)</sup>	DIN EN 12637-3	Nach 70 Tagen müssen die Dehnbarkeitsänderungen geringer als 20 % des Ausgangswertes sein.	77 d
26	XALL	-	PUR: Injektionsverhalten in Betonbauteilen Dehnungsabhängige Dichtheit und Füllgrad	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2	Überlastungsversuch: wasserdicht bei Dehnung > 10 % Füllgrad > 80 %	42 d
27	XCR WF	-	SPUR mit PUR: Injektionsverhalten in Betonbauteilen <sup>4)</sup> Dehnungsabhängige Dichtheit und Füllgrad	Bauteilversuch im Labor nach Anhang A2	Überlastungsversuch: wasserdicht bei Dehnung > 10 % Füllgrad > 80 %	42 d
<p>(P) Rissfüllstoff mit reaktivem Polymerbindemittel      PUR: Polyurethan      SPUR: Polyurethanschaum</p> <p>1) Bei Einsatz in Bauteilen, die Wasserdrücken &gt; <math>2 \times 10^5</math> Pa ausgesetzt sind.</p> <p>2) Bei Einsatz in Bauteilen, die Temperatur-Wechsel-Beanspruchungen und Nass-Trocken-Zyklen ausgesetzt sind.</p> <p>3) Bei Einsatz in Bauteilen in Kontakt mit polymeren Einlagen.</p> <p>4) Bei Einsatz von SPUR in einer Vorinjektion bei unter Druck wasserführenden Rissen zur Verminderung der Wasserzufuhr.</p> <p>5) Die Angaben zur Dauer der Prüfung sind nur Anhaltswerte. Der tatsächliche Zeitbedarf kann im Einzelfall (z.B. Herstellung von Referenzbetonprobekörpern, spezifischer Prüfablauf) deutlich abweichen</p>						

#### 4.2.4 Rissfüllstoffe zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) und zum Abdichten

Rissfüllstoffe nach ZTV-W LB 219 zum Schließen (Begrenzung der Rissbreite durch Füllen) sollten die Anforderungen für die Festigkeitsklasse F3 nach Abschnitt 4.2.2 und 4.2.3 erfüllen.

Rissfüllstoffe nach ZTV-W LB 219 zum Abdichten sollten die Anforderungen nach Abschnitt 4.2.2 bzw. 4.2.3 erfüllen.

### 4.3 Angaben zur Ausführung mit Rissfüllstoffen

Die Tabellen 30 bis 32 enthalten die Angaben Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis von Rissfüllstoffen. Die Tabellen 33 bis 35 enthalten Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe.

Tabelle 30: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen gemäß Tabelle 27

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Bestandteile</b>			
1	Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	± 3 % von der Herstellerangabe
2	Epoxid-Äquivalent	EN 1877-1	± 5 % von der Herstellerangabe
3	Aminzahl	EN 1877-2	± 6 % von der Herstellerangabe
4	Hydroxylzahl	EN 1240	± 10 % von der Herstellerangabe
5	Isocyanatgehalt	EN 1242	± 10 % von der Herstellerangabe
6	Andere funktionelle Gruppen	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
7	Infrarotspektroskopie	EN 1767	Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
8	Dynamische Viskosität bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	± 20 % von der Herstellerangabe
9	Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPa·s bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	± 10 min von der Herstellerangabe
10	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	Injektionsversuch am Bauteil - 1K-Anlage	≥ 20 min, Festlegung durch Herstellerangabe
11	Mischgenauigkeit bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	Injektionsversuch am Bauteil - 2K-Anlage	Festlegung durch Herstellerangabe
12	Topfzeit	EN ISO 9514	± 20 % von der Herstellerangabe

Tabelle 31: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel (H) durch Injektion (I) oder Vergießen (V) gemäß Tabelle 28

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>Bestandteile</b>			
1	Dichte A: Pulverkomponente von H B: Flüssigkomponente von H, gegebenenfalls de-mineralisiertes Wasser C: Zusatzmittel	DIN EN ISO 2811-1 oder DIN EN ISO 2811-2	Wert angeben A: $\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe B: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe C: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe
2	Korngrößenverteilung (Komp. A)	ISO 13320-1	Werte angeben, kein Hinweis auf Veränderung ZL: $d_{99,9} \leq 200 \mu\text{m}$ ZS: $d_{95} \leq 16 \mu\text{m}$
3	Bestimmung der flüchtigen und nicht flüchtigen Bestandteile (Komp. B, C)	DIN EN ISO 3251 alternativ DIN EN ISO 11358	Wert angeben $\pm 5 \%$ von der Herstellerangabe
4	Chloridgehalt (Komp. A, B, C) Nachweis durch Lieferant möglich	DIN EN 196-2 für Pulver DIN 4030-2 für B und C	$\leq 0,2 \text{ M.-%}$ Massenanteile bezogen auf Zement
5	Infrarotspektroskopie (Komp. B, C)	DIN EN 1767	Werte angeben, kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung
6	Rohdichte	nach Teil 4	Wert angeben $\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe
7	Auslaufzeit (Marsh-Trichter) bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	DIN EN 14117	Wert angeben $\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe
8	Erstarrungszeit bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	EN 196-3	Wert angeben $\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe
9	Eindringstabilität bei $T_{\min}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\max}$	DIN EN 14497	Wert angeben $\geq$ vorgegebener Wert der Herstellerangabe
<b>Gemischter und erhärteter Rissfüllstoff</b>			
10	Dichte und Druckfestigkeit	DIN EN 12190 <sup>a</sup>	$\pm 15 \%$ von der Herstellerangabe und $f_{c,7d} \geq 20 \text{ MPa}$
11	Volumenänderung (Absetzmaß)	DIN EN 445	$-1 \%$ < Volumenänderung < $+5 \%$ des Anfangsvolumens

<sup>a</sup> Abweichend zu DIN EN 12190 sind die Prüfkörper mit Zementleim ohne Sandzugabe herzustellen und nach DIN EN 12190:1998-12, A.1.1 nachzubehandeln.

Tabelle 32: Empfehlungen zu projektspezifischen Anforderungen für den Übereinstimmungsnachweis für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Rissfüllstoffe (P) durch Injektion D-I (P) gemäß Tabelle 29

Nr	Merkmal	Anforderungen	
		Projektspezifisch ermittelte Bezugswerte aus dem Nachweis der Verwendbarkeit	Zulässige Toleranzen gegenüber den projektspezifischen Bezugswerten oder Mindestanforderungen
1	2	3	4
<b>PUR - Bestandteile</b>			
1	Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	± 3 % von der Herstellerangabe
2	Aminzahl	EN 1877-2	± 6 % von der Herstellerangabe
3	Hydroxylzahl	EN 1240	± 10 % von der Herstellerangabe
4	Isocyanatgehalt	EN 1242	± 10 % von der Herstellerangabe
5	Andere funktionelle Gruppen	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
6	Infrarotspektroskopie	EN 1767	kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung
<b>SPUR - Bestandteile</b>			
7	Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	± 3 % von der Herstellerangabe
8	Aminzahl	EN 1877-2	± 6 % von der Herstellerangabe
9	Säurezahl	DIN EN ISO 2114	Herstellerangabe
10	Hydroxylzahl	EN 1240	± 10 % von der Herstellerangabe
11	Isocyanatgehalt	EN 1242	± 10 % von der Herstellerangabe
12	SPUR: Infrarotspektrum	DIN EN 1767	Festlegung durch Herstellerangabe
13	SPUR: Ausdehnungsverhältnis und -entwicklung	DIN EN 14406	Wert angeben
<b>PUR - Gemischter und erhärteter Rissfüllstoff</b>			
14	Dynamische Viskosität bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	± 20 % von der Herstellerangabe
15	Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPa·s bei $T_{min}$ , $T_{norm}$ , $T_{max}$	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	± 10 min von der Herstellerangabe
16	Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei $T_{min}/T_{norm}/T_{max}$	Injektionsversuch am Bauteil 1K-Anlage	≥ 20 min, Festlegung durch Herstellerangabe
17	Topfzeit	EN ISO 9514	± 20 % von der Herstellerangabe
18	Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitätsmodul	EN ISO 527 (Teil 1 und Teil 2)	± 20 % von der Herstellerangabe

Tabelle 33: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen gemäß Tabelle 27

1 Allgemeines		
Hersteller/Vertreiber		
Bezeichnung des Injektionssystems		
Produktname		
Injektionsverfahren		
Ausgabedatum (Monat, Jahr)		
Epoxidharz bzw. Polymer zum kraftschlüssigen Füllen	Komponente	
	A	B
Lieferform		
Lagerdauer		
Lagerbedingungen		
Mischungsverhältnis		
Mischart, -dauer		
Beschreibung des Rissfüllstoffes (z.B.) Epoxidharzes, Farbe etc.		
Sicherheit/Ökologie/Arbeitsschutz/ Entsorgung	siehe Sicherheitsdatenblätter	
2 Ergebnisse der Erstprüfung		
Komponenten	Kennwerte/Merkmale	
Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	Wert angeben ± 3 % von der Herstellerangabe
Epoxid-Äquivalent	EN 1877-1	Wert angeben ± 5 % von der Herstellerangabe
Aminzahl	EN 1877-2	Wert angeben ± 6 % von der Herstellerangabe
Hydroxylzahl	EN 1240	Wert angeben ± 10 % von der Herstellerangabe
Isocyanatgehalt	EN 1242	Wert angeben ± 10 % von der Herstellerangabe
Andere funktionelle Gruppen	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
Infrarotspektroskopie	EN 1767	Kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe
Dynamische Viskosität bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Wert angeben ± 20 % von der Herstellerangabe
Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPa·s bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedingungen	Wert angeben ± 10 min von der Herstellerangabe
Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	Injektionsversuch am Bauteil 1K-Anlage	Wert angeben ≥ 20 min, Festlegung durch Herstellerangabe
Mischgenauigkeit bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	Injektionsversuch am Bauteil 2K-Anlage	Festlegung durch Herstellerangabe
Topfzeit	EN ISO 9514	Wert angeben ± 20 % von der Herstellerangabe

Tabelle 33: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen gemäß Tabelle 27 (Fortsetzung)

3 Angaben zur Ausführung		
Epoxidharz bzw. Polymer zum kraftschlüssigen Füllen	Kennwerte/Merkmale	
Niedrigste Verwendungstemperatur ( $T_{\min}$ , mindestens 8 °C)	..... °C	
gewählte Normtemperatur ( $T_{\text{norm}}$ : 21 °C $\pm$ 2 K)	..... °C	
Maximale Verwendungstemperatur ( $T_{\max}$ )	..... °C	
Viskosität	$T_{\min}$ :	mPa·s
	$T_{\text{norm}}$ :	mPa·s
	$T_{\max}$ :	mPa·s
Viskositätsanstieg als Zeit bis zum Erreichen einer Viskosität von 1000 mPa · s	$T_{\min}$ :	min
	$T_{\text{norm}}$ :	min
	$T_{\max}$ :	min
Verarbeitbarkeitsdauer	$T_{\min}$ :	min
	$T_{\text{norm}}$ :	min
	$T_{\max}$ :	min
Zugfestigkeitsentwicklung als Zeit bis zum Erreichen einer Zugfestigkeit von 3 MPa	$T_{\min}$ :	h
	$T_{\text{norm}}$ :	h
	$T_{\max}$ :	h
4 Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren		
Injektionsverfahren	Beschreibung	
Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung		
gegebenenfalls Mischgerät		
Packertyp		
Verdämmung		

Tabelle 33: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit polymeren Rissfüllstoffen gemäß Tabelle 27 (Fortsetzung und Schluss)

5 Vorbereitung der Risse für Injektionsarbeiten	
Tätigkeit	Beschreibung
Setzen der Packer	
Vorbereitung des Untergrundes	
Verdämmarbeiten Verarbeitungsbedingungen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Temperaturen und Feuchtigkeiten der Stoffe, des Untergrundes und der Luft</li> <li>– Zusammensetzung (Mischungsverhältnis, Art, Menge usw.)</li> <li>– Verarbeitbarkeitsdauer</li> <li>– Beseitigung von Undichtheiten</li> <li>– Wartezeiten bis zur Injektion</li> </ul>	
Funktionsprüfung vor der Injektion <ul style="list-style-type: none"> <li>– Packer</li> <li>– Verdämmung</li> <li>– Injektionsgerät</li> </ul>	
6 Füllen von Rissen	
Tätigkeit	Beschreibung
Feuchtezustand der Risse	
Injektion	
Druckbereich	
Nachinjektion	
Nacharbeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wartezeiten bis zur Begeh- und Befahrbarkeit</li> <li>– Entfernung der Packer und gegebenenfalls der Verdämmung</li> <li>– gegebenenfalls Aufbringen von Oberflächenschutzmaßnahmen</li> </ul>	

Tabelle 34: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel gemäß Tabelle 28

1 Allgemeines			
Hersteller/Vertreiber			
Bezeichnung des Injektionssystems			
Produktname			
Injektionsverfahren			
Ausgabedatum (Monat, Jahr)			
Zementleim- oder Zementsuspension	Komponente		
	A	B	gegebenenfalls C
Lieferform			
Lagerdauer			
Lagerbedingungen			
Mischungsverhältnis			
Mischart und -dauer			
Sicherheit/Ökologie/Arbeitsschutz/ Entsorgung	siehe Sicherheitsdatenblätter		
2 Kennwerte und Merkmale mit zulässigen Abweichungen			
Komponenten	Kennwerte		
Dichte		Wert angeben	
A: Pulverkomponente von H	DIN EN ISO 2811-1 oder DIN EN ISO 2811-2	A: $\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe	
B: Flüssigkomponente von H, gegebenenfalls demineralisiertes Wasser		B: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe	
C: Zusatzmittel		C: $\leq \pm 1 \%$ von der Herstellerangabe	
Korngrößenverteilung (Komp. A)	ISO 13320-1	Werte angeben, kein Hinweis auf Veränderung ZL: $d_{99,9} \leq 200 \mu\text{m}$ ZS: $d_{95} \leq 16 \mu\text{m}$	
Bestimmung der flüchtigen und nicht flüchtigen Bestandteile (Komp. B, C)	DIN EN ISO 3251 alternativ DIN EN ISO 11358	Wert angeben $\pm 5 \%$ von der Herstellerangabe	
Chloridgehalt (Komp. A, B, C) Nachweis durch Lieferant möglich	DIN EN 196-2 für Pulver DIN 4030-2 für B und C	$\leq 0,2 \text{ M.-%}$ Massenanteile bezogen auf Zement	
Infrarotspektroskopie (Komp. B, C)	DIN EN 1767	Werte angeben, kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung	
Rohdichte	Messzylinderverfahren	Wert angeben $\leq \pm 3 \%$ von der Herstellerangabe	
Auslaufzeit (Marsh-Trichter) bei $T_{\text{min}}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\text{max}}$	DIN EN 14117	Wert angeben $\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe	
Erstarrungszeit bei $T_{\text{min}}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\text{max}}$	EN 196-3	Wert angeben $\pm 20 \%$ von der Herstellerangabe	
Eindringstabilität bei $T_{\text{min}}$ , $T_{\text{norm}}$ , $T_{\text{max}}$	DIN EN 14497	Wert angeben $\geq$ vorgegebener Wert der Herstellerangabe	



Tabelle 34: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel gemäß Tabelle 28 (Fortsetzung)

Komponenten	Kennwerte	
Gemischter und erhärteter Rissfüllstoff		
Dichte und Druckfestigkeit	DIN EN 12190 <sup>a</sup>	± 15 % von der Herstellerangabe und $f_{c,7d} \geq 20 \text{ MPa}$
Volumenänderung (Absetzmaß)	DIN EN 445	−1 % < Volumenänderung < +5 % des Anfangsvolumens
Zementleim- bzw. Zementsuspension	Kennwerte	
Niedrigste Verwendungstemperatur (T <sub>min</sub> = 5 °C)	.... °C	
gewählte Normtemperatur (T <sub>norm</sub> : 21 °C ± 2 K)	.... °C	
Maximale Verwendungstemperatur (T <sub>max</sub> )	.... °C	
Auslaufzeit t <sub>0</sub> und t <sub>End</sub>	t <sub>0</sub> :.....sec;                      t <sub>End</sub> :.....sec T <sub>min</sub> : t <sub>0</sub> :.....sec;                      t <sub>End</sub> :.....sec T <sub>norm</sub> : t <sub>0</sub> :.....sec;                      t <sub>End</sub> :.....sec T <sub>max</sub> :	
Verarbeitbarkeitsdauer	T <sub>min</sub> : T <sub>norm</sub> : T <sub>max</sub> :	min min min
Erstarrungszeit	T <sub>min</sub> : T <sub>norm</sub> : T <sub>max</sub> :	min min min
Druckfestigkeit	f <sub>ck</sub> (2 d): f <sub>ck</sub> (7 d): f <sub>ck</sub> (28 d):	MPa MPa MPa

<sup>a</sup> Abweichend zu DIN EN 12190 sind die Prüfkörper mit Zementleim ohne Sandzugabe herzustellen und nach DIN EN 12190:1998-12, A.1.1 nachzubehandeln.

Tabelle 34: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für das kraftschlüssige Füllen von Rissen (F) mit hydraulischem Bindemittel gemäß Tabelle 28 (Fortsetzung und Schluss)

<b>3 Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren</b>	
Injektionsverfahren	Beschreibung
Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung	
Art des Mischwerkzeuges, Durchmesser des Mischwerkzeuges und Umdrehungszahl	
Mischgefäß: Durchmesser und Volumen	
Packertyp	
Verdämmung	
<b>4 Vorbereitung der Risse, Hohlräume für Injektionsarbeiten</b>	
Tätigkeit	Beschreibung
Setzen der Packer	
Vorbereitung des Untergrundes	
Verdämmarbeiten – Verarbeitungsbedingungen – Temperaturen und Feuchtigkeiten der Stoffe, des Untergrundes und der Luft – Zusammensetzung (Mischungsverhältnis, Art, Menge usw.) – Verarbeitbarkeitsdauer – Beseitigung von Undichtheiten – Wartezeiten bis zur Injektion	
Funktionsprüfung vor der Ausführung der Injektion – Packer – Verdämmung – Injektionsgerät	
<b>5 Füllen von Rissen und Hohlräumen</b>	
Tätigkeit	Beschreibung
Feuchtezustand der Risse und Hohlräume	
Injektion	
Druckbereich	
Nachinjektion	
Nacharbeiten – Wartezeiten bis zur Begeh- und Befahrbarkeit – Entfernung der Packer und gegebenenfalls der Verdämmung – ggf. Aufbringen von Oberflächenschutzmaßnahmen	

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen gemäß Tabelle 29

<b>1 Allgemeines</b>				
Hersteller/Vertreiber				
Bezeichnung des Injektionssystems				
Produktname				
Injektionsverfahren				
Ausgabedatum (Monat, Jahr)				
Rissfüllstoff	z. B. PUR		z. B. SPUR	
	Komponente A	Komponente B	Komponente A	Komponente B
Lieferform				
Lagerdauer				
Lagerbedingungen				
Mischungsverhältnis				
Mischart, und –dauer				
Beschreibung des Polyurethanharzes, Farbe etc.				
Sicherheit/Ökologie/Arbeitsschutz/ Entsorgung	siehe Sicherheitsdatenblätter			
<b>2 Kennwerte und Merkmale mit zulässigen Abweichungen</b>				
Merkmal	Kennwerte/Anforderungen			
<b>Rissfüllstoff-Komponenten</b>				
Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	Wert angeben ± 3 % von der Herstellerangabe		
Aminzahl	EN 1877-2	Wert angeben ± 6 % von der Herstellerangabe		
Hydroxylzahl	EN 1240	Wert angeben ± 10 % von der Herstellerangabe		
Isocyanatgehalt	EN 1242	Wert angeben ± 10 % von der Herstellerangabe		
Andere funktionelle Gruppen	Bestimmung entsprechend der Art der funktionellen Gruppe	Wert angeben kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung, Herstellerangabe		
Infrarotspektroskopie	EN 1767	Werte angeben, kein Hinweis auf Veränderungen in der Zusammensetzung		

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen gemäß Tabelle 29 (Fortsetzung)

Merkmal	Kennwerte/Anforderungen	
SPUR–Komponenten		
Dichte	EN ISO 2811 (Teil 1 und Teil 2)	Wert angeben ± 3 % von der Herstellerangabe
Aminzahl	EN 1877-2	Wert angeben ± 6 % von der Herstellerangabe
Säurezahl	DIN EN ISO 2114	Wert angeben Herstellerangabe
Hydroxylzahl	EN 1240	Wert angeben ± 10 % von der Herstellerangabe
Isocyanatgehalt	EN 1242	Wert angeben ± 10 % von der Herstellerangabe
SPUR: Infrarotspektrum	DIN EN 1767	Wert angeben Festlegung durch Herstellerangabe
SPUR: Ausdehnungsverhältnis und – entwicklung	DIN EN 14406	Wert angeben
PUR – angemischter Rissfüllstoff		
Dynamische Viskosität bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedin- gungen	Wert angeben ± 20 % von der Herstellerangabe
Viskositätsanstieg bis zum Erreichen von 1000 mPa·s bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	EN ISO 3219 + Festlegung der Randbedin- gungen	Wert angeben ± 10 min von der Herstellerangabe
Gebindeverarbeitbarkeitsdauer bei T <sub>min</sub> /T <sub>norm</sub> /T <sub>max</sub>	Injektionsversuch am Bauteil 1K-Anlage	Wert angeben ≥ 20 min, Festlegung durch Herstellerangabe
Mischgenauigkeit bei T <sub>min</sub> , T <sub>norm</sub> , T <sub>max</sub>	Injektionsversuch am Bauteil 2K-Anlage	F Wert angeben Festlegung durch Herstellerangabe
Topfzeit	EN ISO 9514	Wert angeben ± 20 % von der Herstellerangabe
Einwaage	Nettoeinwaage je Komponente, Genauigkeit ± 0,1 g	Wert angeben
SPUR – angemischter Rissfüllstoff		
SPUR: Ausdehnungsverhältnis und - entwicklung für die Einwirkungen XCR WF	DIN EN 14406	Wert angeben
PUR – am erhärteten Gemisch		
Zugfestigkeit, Dehnung und Elastizitäts- modul	EN ISO 527 (Teil 1 und Teil 2)	Wert angeben ± 20 % von der Herstellerangabe

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen gemäß Tabelle 29 (Fortsetzung)

Merkmal	Kennwerte/Anforderungen	
Polyurethanharz		
Niedrigste Verwendungstemperatur (T <sub>min</sub> , z. B. 6 °C)	..... °C	
gewählte Normtemperatur (T <sub>norm</sub> : 21 °C ± 2 K)	..... °C	
Maximale Verwendungstemperatur (T <sub>max</sub> )	..... °C	
Haftung und Dehnbarkeit von dehnbaren Rissfüllstoffen. Dehnbarkeit (mindestens 10 %) bei einer mittleren Bauteiltemperatur von 3 °C und Rissbreiten – 0,30 mm – 0,50 mm	...MPa ...MPa	...% ...%
Glasübergangstemperatur	..... °C	
Viskosität	T <sub>min</sub> : T <sub>norm</sub> : T <sub>max</sub> :	mPa·s mPa·s mPa·s
Viskositätsanstieg als Zeit bis zum Erreichen einer Viskosität von 1000 mPa·s	T <sub>min</sub> : T <sub>norm</sub> : T <sub>max</sub> :	min min min
Verarbeitbarkeitsdauer	T <sub>min</sub> : T <sub>norm</sub> : T <sub>max</sub> :	min min min
ggf. Auswirkung auf polymere Einlagen		
Haftung und Dehnbarkeit nach Temperatur-Nass-Trocken-Zyklen 0,30 mm 0,50 mm	...MPa ...MPa	...% ...%
3 Angaben zu dem zugehörigen Injektionsverfahren		
Injektionsverfahren	Beschreibung	
Injektionsgerät mit technischer Gerätebeschreibung		
gegebenenfalls Mischgerät		
Packertyp		
gegebenenfalls Verdämmung		

Tabelle 35: Empfehlungen zu Angaben zur Ausführung für Rissfüllstoffe für das dehnbare Füllen von Rissen (D) mit polymeren Stoffen gemäß Tabelle 29 (Fortsetzung und Schluss)

4 Vorbereitung der Risse für Injektionsarbeiten	
Tätigkeit	Beschreibung
Setzen der Packer	
Vorbereitung des Untergrundes	
Verdämmarbeiten – Verarbeitungsbedingungen – Temperaturen und Feuchtigkeiten der Stoffe, des Untergrundes und der Luft – Zusammensetzung (Mischungsverhältnis, Art, Menge usw.) – Verarbeitbarkeitsdauer – Beseitigung von Undichtheiten – Wartezeiten bis zur Injektion	
Funktionsprüfung vor der Ausführung der Injektion – Packer – Verdämmung – Injektionsgerät	
5 Füllen von Rissen	
Tätigkeit	Beschreibung
Feuchtezustand der Risse	
Injektion	
Druckbereich	
Nachinjektion	
Nacharbeiten – Wartezeiten bis zur Begeh- und Befahrbarkeit – Entfernung der Packer und gegebenenfalls der Verdämmung – gegebenenfalls Aufbringen von Oberflächenschutzmaßnahmen	

(P) Rissfüllstoff mit reaktivem Polymerbindemittel    PUR: Polyurethan    SPUR: Polyurethanschaum

## A1 Prüfungen für Betonersatzsysteme

### A1.1 Festigkeit nach Lagerungen A und B

#### (a) Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2

(1) Während der Herstellung der Probekörper, d. h. bis zu ihrer Entnahme aus dem Spritzstand, muss die Umgebung eine Temperatur von  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  und eine rel. Luftfeuchte von  $(50 \pm 20) \%$  aufweisen. Die klimatischen Bedingungen sind im Prüfbericht anzugeben. Die für den Auftrag des gespritzten Betonersatzes verwendete Spritzmaschine und das Zubehör sind im Prüfbericht anzugeben.

(2) Es sind Spritzpfannen gemäß Bild A1.1 zu verwenden. Die Innenflächen der Spritzpfannen sind durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen.

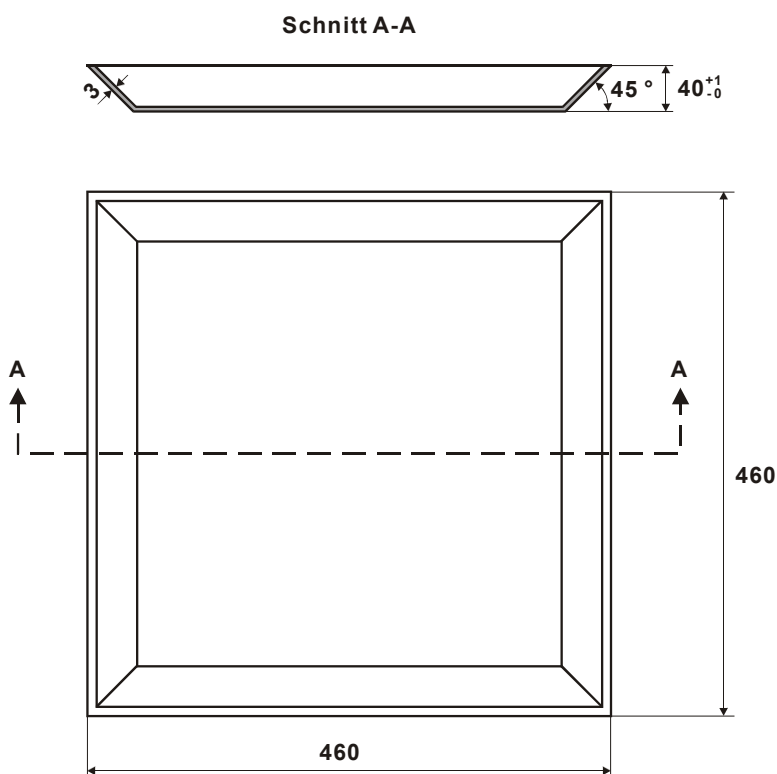


Bild A1.1 Spritzpfanne aus Stahlblech - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

(3) Die Spritzpfanne ist in einem Arbeitsgang zu spritzen. Nach Beendigung des Spritzvorgangs ist die Spritzpfanne sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, die Oberfläche abzuziehen und zu glätten.

(4) Die Spritzpfanne ist anschließend wie folgt zu lagern:

#### Lagerung A:

48 Stunden feucht (z. B. Abhängen mit feuchten Tüchern und Folien);

#### Lagerung B:

24 Stunden feucht (wie Lagerung A), anschließend 24 Stunden ohne Nachbehandlung im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

(5) 48 Stunden nach Beendigung des Spritzvorgangs sind Prismen 40 x 40 x 160 mm im Nassschnittverfahren herauszuschneiden. Die Prismen sind im Anschluss bis zur Prüfung wie folgt zu lagern:

Lagerung A:

unter Wasser mit  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;

Lagerung B:

im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

(6) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung A sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen im Alter von 2 d, 7 d, 28 d und 90 d zu ermitteln.

(7) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung B sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen im Alter von 2 d, 7 d, 28 d und 90 d zu ermitteln.

### **(b) Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3**

(1) Die Herstellung der Probekörper erfolgt unter Beachtung von DIN EN 196-1, Abschnitte 4, 6 und 7. Die Art der Verdichtung ist anzugeben. In der Regel ist das Vibrationsverfahren anzuwenden. Die Angaben des Herstellers zum Mischen der Betonersatzprodukte sollen beachtet werden. Von der Prüfnorm abweichende Anweisungen sind im Prüfbericht darzustellen.

(2) Der Betonersatz im Handauftrag ist mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen, für die 28-Tage-Festigkeit nach Lagerung B zusätzlich mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge.

(3) Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen.

(4) Mischzeit und Mischabfolge sind vom Hersteller anzugeben. Typ des Zwangsmischers, Mischzeit und Mischabfolge sind im Prüfbericht anzugeben.

(5) Die Mischung sollte nicht länger als 15 min nach Ende des Mischvorganges bzw. der Reifezeit zu Probekörpern verarbeitet werden. Die Proben bleiben 24 h in der Form.

(6) Nach der Herstellung sind die Probekörper wie folgt zu lagern:

Lagerung A

24 h feucht (z. B. in einem Feuchtkasten), danach unter Wasser mit  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;

Lagerung B

24 h feucht (z. B. in einem Feuchtkasten), danach im Normalklima.

(7) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung A sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge im Alter von 2 d, 7 d, 28 d und 90 d zu ermitteln.

(8) Biegezug- und Druckfestigkeit nach Lagerung B sind gemäß DIN EN 196-1 an jeweils drei Prismen mit der maximalen Flüssigkeitszugabemenge im Alter von 1 d, 2 d, 7 d, 28 d und 90 d, sowie zusätzlich an jeweils drei Prismen mit der minimalen Flüssigkeitszugabemenge im Alter von 28 d zu ermitteln.



## A1.2 Beständigkeit in Calciumhydroxidlösung

- (1) Die Prüfung dient zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von polymeren Zusätzen in Betonersatzsystemen.
- (2) Drei Prismensätze werden wie für die Prüfung der Biegezugfestigkeit nach Anhang A1.1 aus einer Mischung hergestellt. Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2 wird 2 Tage in der Spritzpfanne feucht gehalten und danach im Nassschnittverfahren Prismen gesägt, Prismen aus Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3 werden 2 Tage in der Form feucht gehalten.
- (3) Neun Prismen der Lagerung B sind im Alter von 28 d für weitere 28 d in gesättigter Calciumhydroxidlösung bei  $(50 \pm 2) ^\circ\text{C}$  zu lagern. Danach sind die Prismen unter feuchten Tüchern abzukühlen.
- (4) Drei Prismen sind unmittelbar danach auf Biegezug- und Druckfestigkeit gemäß DIN EN 196-1 zu prüfen.
- (5) Sechs Prismen werden im Normalklima DIN 50014-23/50-2 bis zum Alter von 90 d gelagert und auf Biegezug- und Druckfestigkeit gemäß DIN EN 196-1 geprüft. Anzugeben sind die Einzel- und Mittelwerte.

## A1.3 Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung (WWB)

- (1) Die Prüfung dient zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit von Betonersatzsystemen in Wasserwechselzonen von Süß- und Meerwasserbauten.
- (2) Vier Prismensätze werden wie für die Prüfung der Biegezugfestigkeit nach Anhang A1.1 aus einer Mischung hergestellt. Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2 wird 2 Tage in der Spritzpfanne feucht gehalten und danach im Nassschnittverfahren Prismen gesägt, Prismen aus Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3 werden 2 Tage in der Form feucht gehalten.
- (3) Im Alter von 2 Tagen werden jeweils zwei Prismensätze unter Süßwasser von  $20 \pm 3 ^\circ\text{C}$  bzw. im Normalklima  $23 ^\circ\text{C}/50 \text{ rel. F.}$  gelagert. Für die Lagerung unter Süßwasser ist demineralisiertes Wasser zu verwenden.
- (4) Im Alter von 7 Tagen wird an den zuvor in Süßwasser gelagerten zwei Prismensätzen mit der Meerwasserwechsellaagerung begonnen. Ein Zyklus dieser Lagerung umfasst 1 Woche Lagerung in künstlichem Meerwasser von  $20 \pm 3 ^\circ\text{C}$  nach DIN 50905-4 und 1 Woche Lagerung im Normalklima 23/50. Insgesamt werden die Prismen mit 6 Zyklen beansprucht.
- (5) Das künstliche Meerwasser ist nach DIN 50905-4 wie folgt herzustellen (Verwendung von Salzen des Reinheitsgrades DAB 7):

28	g NaCl	(A)
5	g $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	(A)
2,4	g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	(A)
7	g $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	(B)
0,20	g $\text{NaHCO}_3$	(B)

Die mit (A) bezeichneten Salze werden mit 885 ml vollentsalztem Wasser (Lösung A), die mit (B) bezeichneten Salze in 100 ml vollentsalztem Wasser (Lösung B) gelöst. Die Lösung B wird in dünnem

Strahl in Lösung A gegossen. Von der in der fertigen Lösung auftretenden geringen Trübung wird nach eintägigem Stehen abfiltriert und der pH-Wert mit Natriumhydroxid-Lösung auf pH = 7 bis 8 eingestellt.

(6) Die Lagerungsbehälter für die Süßwasser- und Meerwasserlagerung müssen so bemessen sein, dass ein Verhältnis des Prismen/Flüssigkeits-Volumen von 1/3 eingehalten wird. Die Prismen sind auf runden Glas- oder Kunststoffstäbchen zu lagern. Die Lagerungsbehälter sind zu verschließen. Die Flüssigkeit der Meerwasserlagerung ist nach 42 Tagen (3 Zyklen) zu wechseln, wobei die Lagerungsbehälter vor dem Einfüllen der frischen Flüssigkeit zu säubern sind. Auf den Prismen ggf. vorhandene Ablagerungen sind beim Flüssigkeitswechsel lediglich unter fließendem Wasser abzuspuhlen (nicht bürsten).

(7) An allen vier Prismensätzen erfolgt die Prüfung der Biegezugfestigkeit im Alter von 91 Tagen. Jeweils am Ende eines Lagerungsabschnitts (Feucht-, Nass-, Trockenlagerung) werden zu Kontrollzwecken die Prismenmassen bestimmt.

(8) Die Dauerhaftigkeit bei Wasserwechselbeanspruchung wird anhand der relativen Biegezugfestigkeit nach Meerwasserwechsellagerung bezogen auf die Biegezugfestigkeit nach Lagerung im Normalklima 23/50 beurteilt. Anzugeben sind die Einzelwerte und Mittelwerte der Biegezugfestigkeit und der Quotient aus den beiden Mittelwerten in % mit einer Genauigkeit von 1 %.

#### **A1.4 Herstellung von Grund- und Verbundkörpern für Verbundprüfungen**

##### **(a) Referenzbeton für Grundkörper MC 0.40**

(1) Die Grundkörper der Referenzbetone MC 0.40 sind nach DIN EN 1766 herzustellen und zu lagern. Sofern in den Prüfanweisungen nicht anders beschrieben, werden Plattengrundkörper gemäß DIN EN 1766 verwendet.

(2) Zur Kontrolle von Gleichmäßigkeit und Güte der Betonmischungen sind je Mischung 3 Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm herzustellen. An den Würfeln ist im Alter von 28 d die Druckfestigkeit zu bestimmen. Die Ergebnisse sind als Mittelwert im Prüfbericht anzugeben.

(3) Im Alter von rd. 21 d ist die bei der Herstellung unten liegende Seite der Grundkörper (oder soweit zutreffend die Aussparung der Balken) durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen oder zum Beschichten vorzubereiten.

(4) An mindestens einer Platte jeder Herstellungsserie sind an der gestrahlten Seite die Rautiefe mit Hilfe des Sandflächenverfahrens<sup>2</sup> oder einem vergleichbaren Verfahren und die Oberflächenzugfestigkeit nach DIN EN 1542 zu bestimmen. Die Rautiefe darf einen Wert von  $R_t = 1,0$  mm nicht überschreiten. Die Rautiefe ist im Prüfbericht anzugeben.

(5) Die Oberflächenzugfestigkeit muss bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens  $\beta_{HZ} = 3,0$  N/mm<sup>2</sup> betragen; Einzelwerte bis  $\beta_{HZ} = 2,5$  N/mm<sup>2</sup> sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

(6) Für die Verwendung als Altbeton A5 muss bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens  $\beta_{HZ} = 3,5$  N/mm<sup>2</sup> betragen; Einzelwerte bis  $\beta_{HZ} = 2,5$  N/mm<sup>2</sup> sind zulässig. Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

---

<sup>2</sup> Prüfung nach N. Kaufmann: Das Sandflächenverfahren. Straßenbautechnik 24 (1971), Nr. 3, S. 171 ff

**(b) Referenzbeton für Grundkörper A3 und A2**

(1) Der Beton muss eine Druckfestigkeit <sup>3</sup> nach 28 d von  $(25 \pm 3)$  N/mm<sup>2</sup> für die Altbetonklasse A3 bzw.  $(15 \pm 3)$  N/mm<sup>2</sup> für die Altbetonklasse A2 aufweisen. Die Nacherhärtung soll gering sein.

(2) Folgende Betonzusammensetzungen werden empfohlen:

Tabelle A1.1 Betonzusammensetzung Grundkörperbetone

Altbetonklasse	A3			A2		
Größtkorn der Gesteinskörnung D <sub>g</sub>	16 mm	32 mm		16 mm	32 mm	
Zement z [kg/m <sup>3</sup> ] <sup>4</sup>	220	210	200	180	170	140
Kalksteinmehl f [kg/m <sup>3</sup> ]	0	0	70	0	0	70 <sup>5</sup>
w/z-Wert <sup>6</sup>	0,73	0,71	0,83	0,89	0,88	1,14
g/z-Wert <sup>6</sup>	8,97	9,40	9,25	10,88	11,65	13,68

(3) Für die Herstellung der Grundkörperbetone sind Gesteinskörnungen gemäß DIN EN 12620 (Kornemisch aus Sand und Kies, mindestens vier getrennte Korngruppen bei 16 mm und mindestens fünf getrennten Korngruppen bei 32 mm Größtkorn) des Sieblinienbereichs 3 nach DIN 1045-2, Anhang L, Bild L.2 bzw. L.3, sowie Zement CEM I 32,5 R nach DIN EN 197-1 (gegebenenfalls unter Teilaustausch von Zement durch Kalksteinmehl) zu verwenden.

(4) Die Herstellung und Lagerung der Grundkörper-Platten erfolgt nach DIN EN 1766. Sofern in den Prüfanweisungen nicht anders beschrieben, werden Plattengrundkörper gemäß DIN EN 1766 verwendet.

(5) Zur Kontrolle der Gleichmäßigkeit und zum Nachweis der Güte der Betonmischungen werden je Grundkörperbeton 3 Würfel mit einer Kantenlänge von 150 mm hergestellt.

*HINWEIS: Die Verdichtung der 150-mm-Würfel muss der Verdichtung der Grundkörper gleichwertig, d.h. die Frischbetonrohichte der Würfel und Grundkörper etwa gleich sein (Abweichung i.d.R. nicht mehr als 0,05 kg/dm<sup>3</sup>).*

(6) An den Würfeln ist im Alter von 28 d die Druckfestigkeit nach DIN EN 12390-3 zu bestimmen. Weiterhin sind an 3 Bohrkernen  $\varnothing = 50$  mm, die aus einem Platten-Grundkörper entnommen werden, im Alter von 28 d die Trockenrohichte und die Wasseraufnahme nach DIN EN 12390-7 (Referenzverfahren) zu bestimmen und die Ergebnisse im Prüfbericht als Mittelwerte anzugeben.

<sup>3</sup> Nachweis der Druckfestigkeit an 150-mm-Würfeln

<sup>4</sup> Die Angaben zum Zementgehalt der empfohlenen Betonzusammensetzungen beruhen auf Versuchsreihen mit gleichbleibenden Gesteinskörnungen. Da die Fein- und Feinstanteile der Gesteinskörnung die Druckfestigkeit ggf. beeinflussen, können geringe Abweichungen von den Angaben zum Zementgehalt erforderlich sein, um die genannten Druckfestigkeiten einzuhalten.

<sup>5</sup> Grundkörperbeton A2 der Rezeptur mit Kalksteinmehl nicht frostbeständig im CIF-Test

<sup>6</sup> Angaben in Massenanteilen

(7) Im Alter von rd. 21 d ist die bei der Herstellung unten liegende Seite der Grundkörper (oder soweit zutreffend die Aussparung der Balken) durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen oder zum Beschichten vorzubereiten.

(8) An mindestens einer Platte jeder Herstellungsserie sind an der gestrahlten Seite die Rautiefe mit Hilfe des Sandflächenverfahrens nach DIN EN 1766 und die Oberflächenzugfestigkeit nach DIN EN 1542 zu bestimmen. Die Rautiefe soll ca. 1,0 mm betragen. Die Rautiefe ist im Prüfbericht anzugeben.

(9) Die Oberflächenzugfestigkeit muss:

- für die Klasse A3 bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens  $f_h = 1,2 \text{ N/mm}^2$  betragen; die Einzelwerte müssen mindestens  $f_h = 0,8 \text{ N/mm}^2$  betragen.
- für die Klasse A2 bei fünf Einzelwerten je Platte im Mittel mindestens  $f_h = 0,8 \text{ N/mm}^2$  betragen; die Einzelwerte müssen mindestens  $f_h = 0,5 \text{ N/mm}^2$  betragen.

Die Ergebnisse sind als Mittelwert mit Standardabweichung und kleinstem Einzelwert im Prüfbericht anzugeben.

### **(c) Herstellung von Verbundkörpern für gespritzten Betonersatz nach Abschnitt 2.2**

(1) Während der Herstellung der Probekörper, d. h. bis zu ihrer Entnahme aus dem Spritzstand, muss die Umgebung eine Temperatur von  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  und eine rel. Luftfeuchte von  $(50 \pm 20) \%$  aufweisen. Die klimatischen Bedingungen sind im Prüfbericht anzugeben. Die für den Auftrag des gespritzten Betonersatzes verwendete Spritzmaschine und das Zubehör sind im Prüfbericht anzugeben.

(2) Soweit nicht anders angegeben, lagern die Grundkörper bis zum Einbau in den Spritzstand bei Raumtemperatur. Für die Applikation des gespritzten Betonersatzes sind die Grundkörper im Spritzstand so zu befestigen, dass während des Spritzvorgangs keine gefügestörenden Schwingungen auftreten können. Das Vornässen der Grundkörper erfolgt nach Maßgabe des Herstellers.

(3) Die Auftragsdicke des gespritzten Betonersatzes richtet sich nach dem Größtkorndurchmesser und dem vorgesehenen oberen Maß für den großflächigen Auftrag bei der Ausführung.

(4) Der Abstand der Spritzdüse von der Auftragsfläche beträgt mind. 0,50 m. Beim Hinterspritzen von vollständig freiliegender Bewehrung darf der Düsenabstand verringert werden.

(5) Die Applikation des gespritzten Betonersatzes erfolgt in zwei Lagen. Die Wartezeit bis zum Aufbringen der nachfolgenden Lage ist vom Hersteller festzulegen und im Prüfbericht anzugeben. Zwischen den einzelnen Spritzlagen ist der gespritzte Betonersatz gegebenenfalls nachzubehandeln. Eine Nachbearbeitung zur Verbesserung der Verdichtung bzw. Haftung ist nicht zulässig.

(6) Nach der Applikation der letzten Spritzlage sind die Verbundkörper im Spritzstand wie folgt zu lagern:

Lagerung A

ständig feucht (z. B. Abhängen mit feuchten Tüchern und Folien);

Lagerung B

24 Stunden feucht, anschließend ohne Nachbehandlung im Klima des Spritzstandes.

(7) 48 Stunden nach dem Auftragen der jeweils letzten Spritzlage sind die Verbundkörper aus dem Spritzstand zu entnehmen. Die Verbundkörper sind im Anschluss bis zur Prüfung wie folgt zu lagern:

Lagerung A:

unter Wasser mit  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;

Lagerung B:

im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

**(d) Herstellung von Verbundkörpern für Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3**

(1) Die Grundkörper sind vor dem Beschichten im Normalklima DIN 50014-23/50-2 zu konditionieren.

(2) Die Herstellung der Verbundkörper ist in DIN EN 1542 beschrieben. Bezüglich der Zusammensetzung, der Einwaage der Komponenten und der Herstellung des Betonersatz im Handauftrag ist Anhang A1.1 zu beachten. Abweichend hiervon dürfen die Prüfungen für die Temperaturwechselverträglichkeit nach DIN EN 13687-1 und für das behinderte Schwinden nach Anhang A1.6 mit einer vom Hersteller anzugebenden verminderten Flüssigkeitszugabemenge durchgeführt werden.

(3) Die Beschichtungsdicke der Platten-Grundkörper richtet sich nach den Vorgaben des Produktherstellers. Der Größtkorndurchmesser des Betonersatzes für die Beschichtung der Balken-Grundkörper beträgt höchstens 4 mm.

(4) Nach der Beschichtung sind die Verbundkörper bis zur Prüfung wie folgt zu lagern:

Lagerung A

24 h mit Folie bedecken, danach unter Wasser mit  $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;

Lagerung B

24 h mit Folie bedecken, danach im Normalklima DIN 50014-23/50-2.

## A1.5 Haftzugfestigkeit nach Schwingbeanspruchung

### (a) Gespritzter Betonersatz nach Abschnitt 2.2

(1) Das Auftragen des gespritzten Betonersatz erfolgt bei geregelter Schwingbeanspruchung des Platten-Grundkörpers im Biegeschwellversuch. Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild A1.2 dargestellt.

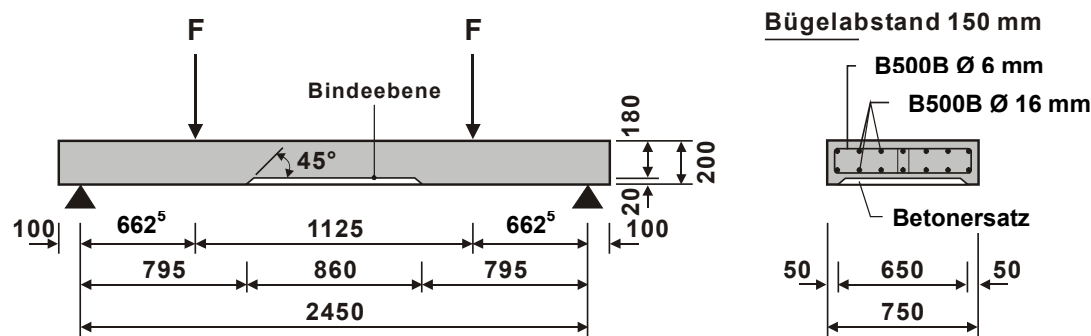


Bild A1.2 Platten-Grundkörper - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

(2) Die Platten-Grundkörper sind entsprechend Anhang A1.4, jedoch mit Zement CEM III/A 42,5 nach DIN EN 197-1, herzustellen und zu prüfen.

(3) Die Prüfeinrichtung ist derart einzustellen und zu steuern, dass folgende Beanspruchungsparameter erzielt werden:

- Extremwerte der Dehnung in der Bindeebene Beton/gespritzter Betonersatz:  $0 \% \leq \varepsilon_{Z,R} \leq 0,004 \%$
- Frequenz  $f = 10 \text{ Hz}$ ;
- Dauer  $t = 24 \text{ h}$ .

(4) Die im Verlauf des Versuchs gemessenen Weg- und Beschleunigungsgrößen sind aufzuzeichnen und im Prüfbericht anzugeben. Nach dem Aufbringen wird der Betonersatz für die Dauer der Schwingbeanspruchung nachbehandelt. Der beschichtete Platten-Grundkörper lagert nach Beendigung der Schwingbeanspruchung 27 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 (Lagerung B).

(5) Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel sind ab einer Rissbreite von 0,05 mm in Schritten von 0,05 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

(6) Die Haftzugfestigkeit ist DIN EN 1542 an 10 gleichmäßig über die gespritzte Betonersatz-Fläche verteilten Prüfstellen zu ermitteln.

### (b) Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3

(1) Das Auftragen des Betonersatz im Handauftrag erfolgt bei geregelter Schwingbeanspruchung des Balken-Grundkörpers im Biegeschwellversuch. Probekörper und Belastungsanordnung sind in Bild A1.3 dargestellt.

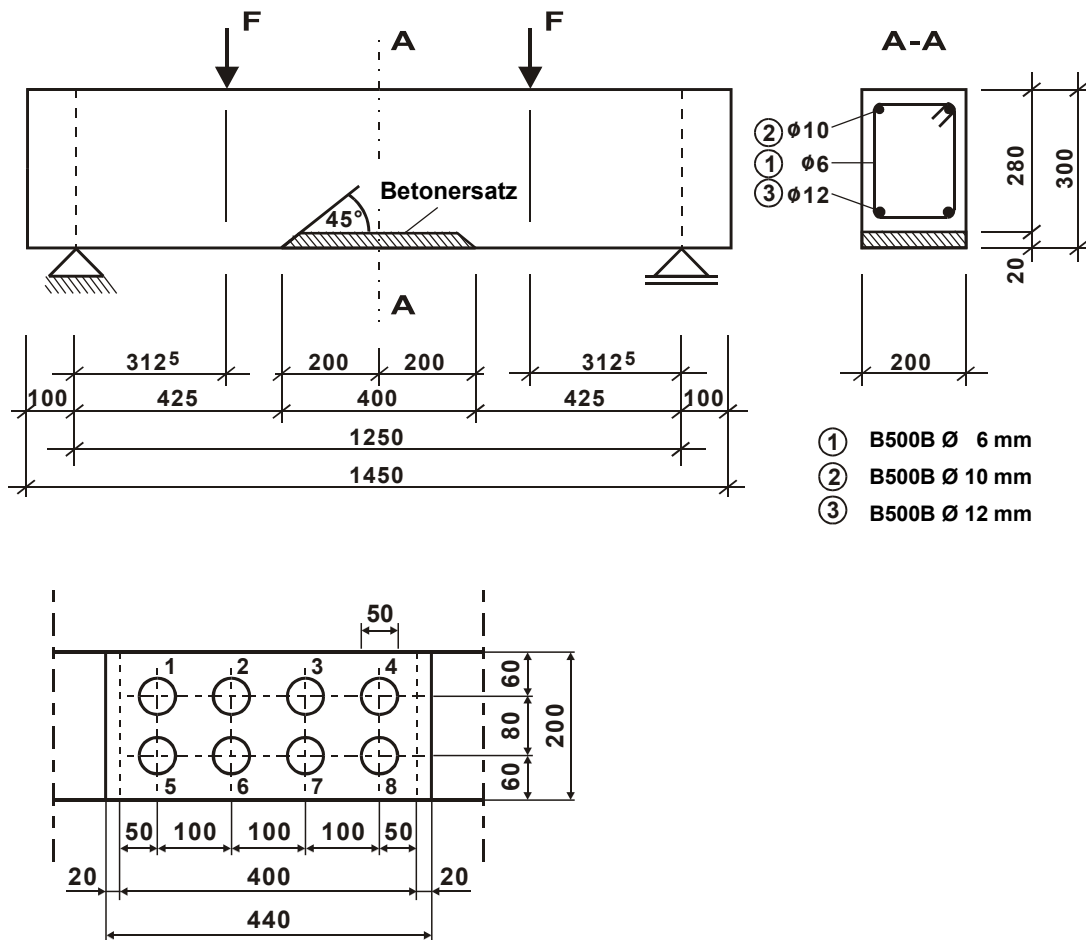


Bild A1.3 Balken-Grundkörper - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

(2) Die Prüfeinrichtung ist derart einzustellen und zu steuern, dass folgende Beanspruchungsparameter erzielt werden:

- Extremwerte der Dehnung in der Bindeebene Beton/Betonersatz:  $0 \% \leq \varepsilon_{Z, R} \leq 0,004 \%$
- Frequenz  $f = 10 \text{ Hz}$ ;
- Dauer  $t = 24 \text{ h}$ .

(3) Die im Verlauf des Versuchs gemessenen Weg- und Beschleunigungsgrößen sind aufzuzeichnen und im Prüfbericht anzugeben. Nach dem Aufbringen wird der Betonersatz für die Dauer der Schwingbeanspruchung nachbehandelt. Der beschichtete Balken-Grundkörper lagert nach Beendigung der Schwingbeanspruchung 27 d im Normalklima DIN 50014-23/50-2 (Lagerung B).

(4) Vor der Prüfung der Haftzugfestigkeit ist die Mörteloberfläche auf Risse zu untersuchen. Risse im Mörtel ab einer Rissbreite von 0,10 mm sind in Schritten von 0,10 mm anzugeben. Im Grundkörper dürfen keine Risse auftreten.

(5) Die Haftzugfestigkeit ist in Anlehnung an DIN EN 1542 an 8 gleichmäßig über die Fläche verteilten Prüfstellen zu ermitteln.

## A1.6 Behindertes Schwinden

(1) Zur Beurteilung des behinderten Schwindens sind jeweils zwei Schwindrinnen zu verwenden, deren Innenflächen durch Strahlen mit einem festen Strahlmittel aufzurauen sind.

(2) In Abhängigkeit vom Größtkorndurchmesser werden als Schwindrinnen Winkelstähle gemäß DIN EN 10056-1 mit einer freien Länge von 1000 mm eingesetzt (siehe Bild A1.4 und A1.5).

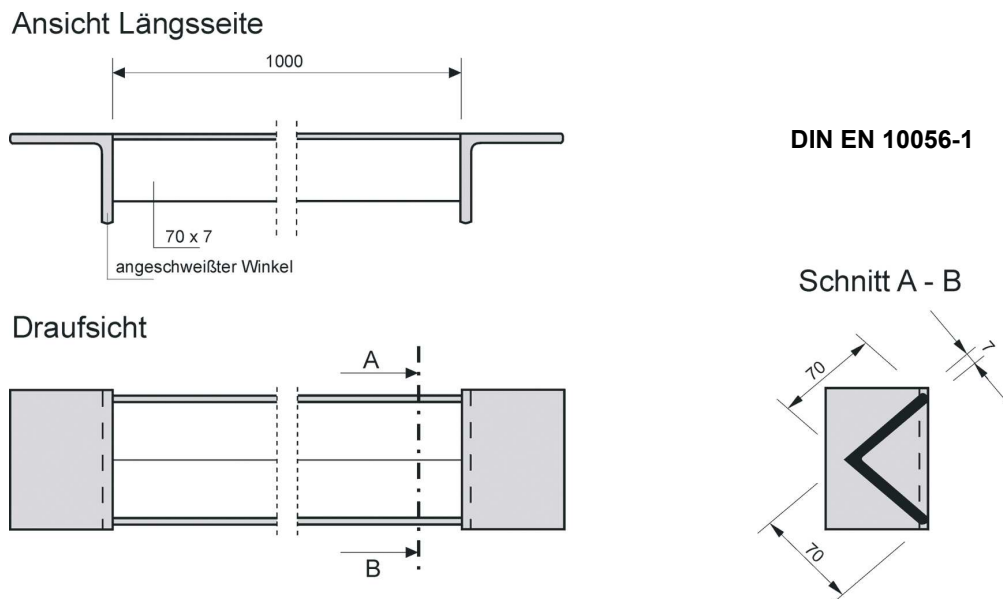


Bild A1.4 Schwindrinne für Größtkorn  $\leq 5$  mm: L 70 x 7

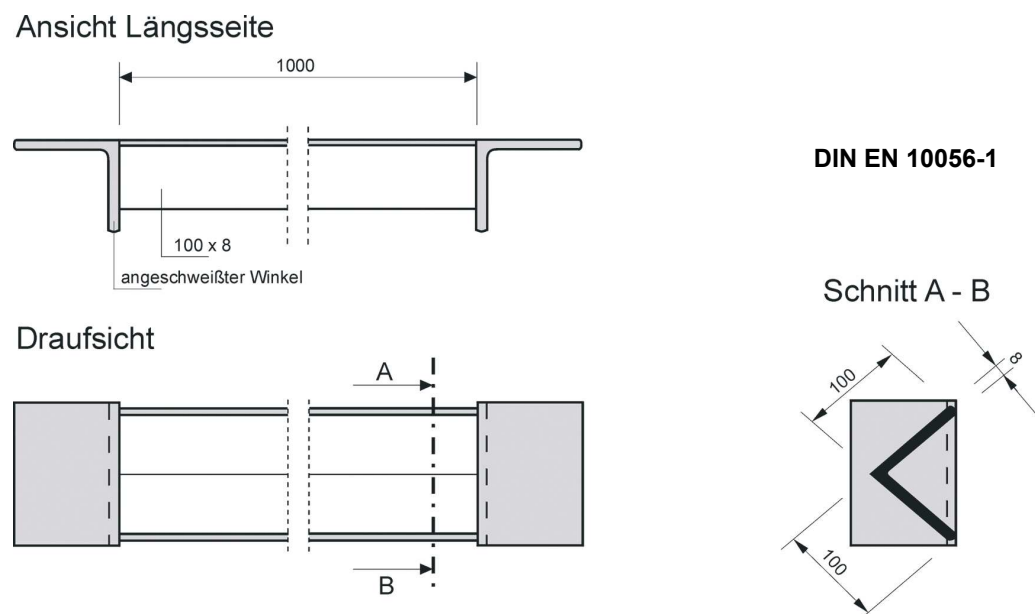


Bild A1.5 Schwindrinne für Größtkorn  $> 5$  mm: L 100 x 8



(3) Bei gespritztem Betonersatz nach Abschnitt 2.2 sind die Schwindrinnen im Spritzstand waagrecht anzubringen, so dass die gespritzten Betonersatz-Flächen senkrecht ausgerichtet sind. Jede Schwindrinne ist in einem Arbeitsgang zu spritzen. Nach Beendigung des Spritzvorgangs ist die Schwindrinne sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, die Oberfläche abzuziehen und abzureiben.

(4) Bei Betonersatz im Handauftrag nach Abschnitt 2.3 wird der Betonersatz nach der Herstellung in die liegenden Schwindrinnen eingefüllt, verdichtet, abgezogen und abgerieben. Die Verdichtungsart ist anzugeben.

(5) Anschließend sind die Schwindrinnen ohne Abdeckung im Normalklima DIN 50014-23/50-2 mit der nach oben gewandten Oberfläche in der Horizontalen zu lagern und auf Rissbildung zu beobachten.

(5) Gegebenenfalls aufgetretene Risse sind nach 90 d in der Längsachse gemäß Bild A1.6 an der Mittelachse der Oberfläche auszumessen. Anzugeben sind die Anzahl der Risse, die mittlere und die maximale Rissbreite auf 0,02 mm genau sowie gegebenenfalls der Zeitpunkt der Rissbildung. Darüber hinaus sind Umfang und Zeitpunkt der Entstehung ggf. vorhandener Ablösungen zu dokumentieren. Außerdem ist die Carbonatisierungstiefe anzugeben.

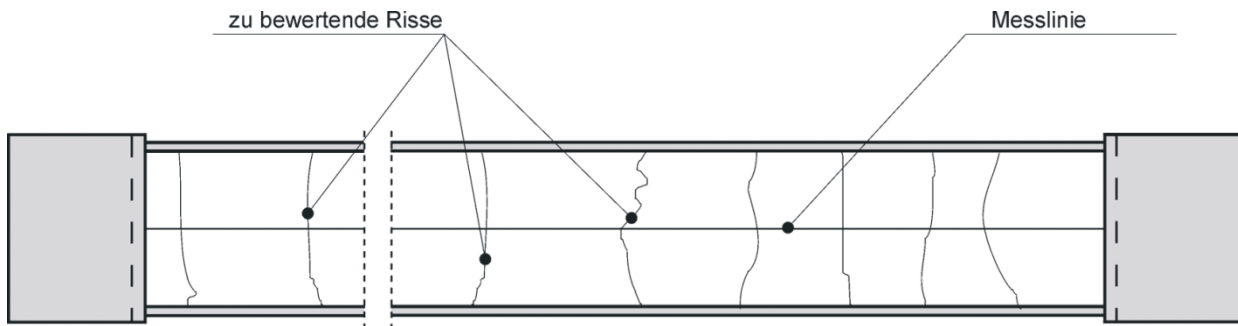


Bild A1.6 Beispiel für Rissmessung

## A1.7 Feststellung der Spritzeignung

(1) Zur Feststellung der Spritzeignung des Betonersatzes ist ein Probekörper nach Bild A1.7 zu spritzen. Während der Herstellung des Probekörpers, d. h. bis zur Entnahme aus dem Spritzstand, muss die Umgebung eine Temperatur von  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  und eine rel. Luftfeuchte von  $(50 \pm 20) \%$  aufweisen. Die klimatischen Bedingungen sind im Prüfbericht anzugeben. Die für den Auftrag verwendete Spritzmaschine und das Zubehör sind im Prüfbericht anzugeben.

(2) Nach der Erhärtung ist der Probekörper nach Bild A1.7 entsprechend der dort skizzierten Sägeschnitte aufzuschneiden und hinsichtlich Spritzschatten und Hohlstellen an den Schnittflächen oberhalb der in Bild A1.7 angegebenen Zahlenreihen wie folgt zu beurteilen:

- bei flächenhaften Spritzschatten und Hohlstellen, die an Stabstähle angrenzen, ist die Fehlerlänge die Länge der größten Ausdehnung (bei Doppelstäben vom Schwerpunkt ausgehend), multipliziert mit dem Faktor 2;
- bei linienförmigen Spritzschatten und Hohlstellen, die nicht an einen Stabstahl angrenzen, ist die Fehlerlänge die Länge der größten Ausdehnung.

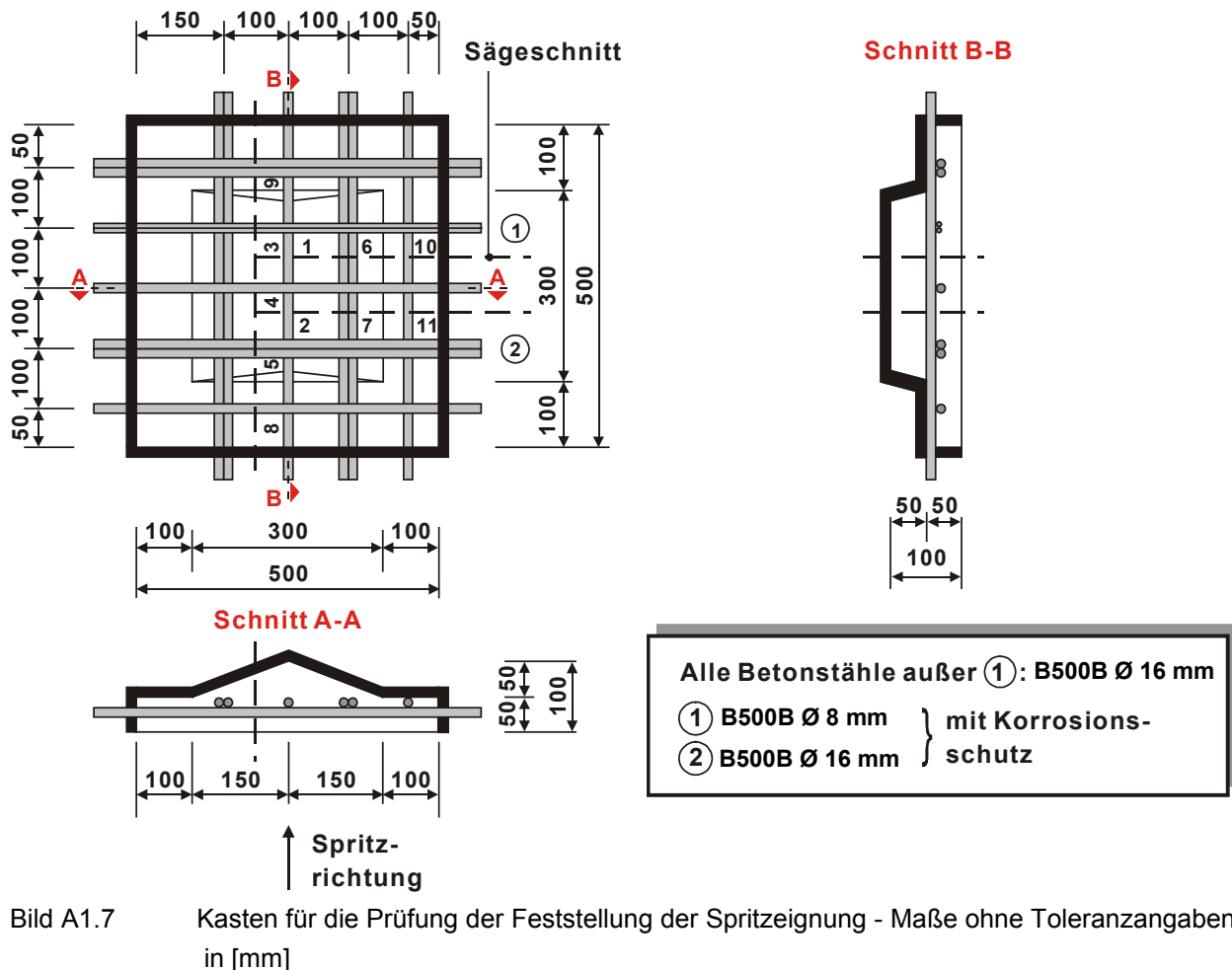


Bild A1.7 Kasten für die Prüfung der Feststellung der Spritzeignung - Maße ohne Toleranzangaben in [mm]

### A1.8 Frischmörtelrohdichte gespritzte Probe

(1) Die Herstellung der gespritzten Probe erfolgt gemäß Anhang A1.1 in einer Spritzpfanne. Die Spritzpfanne ist in einem Arbeitsgang zu spritzen. Nach Beendigung des Spritzvorgangs ist die Spritzpfanne sofort aus dem Spritzstand zu entnehmen, die Oberfläche abzuziehen und zu glätten.

(2) Die Rohdichte ist durch Wägung und Volumenbestimmung der in der Spritzpfanne gespritzten Probe zu ermitteln. Die Prüfung ist unmittelbar nach Beendigung des jeweiligen Spritzvorgangs durchzuführen.

### A1.9 Konsistenz, Rohdichte und Luftgehalt Frischmörtel

(1) Die Herstellung des Frischmörtels erfolgt unter Beachtung von DIN EN 196-1, Abschnitte 4 und 6, im Normalklima DIN 50014-23/50-2. Die Angaben des Herstellers zum Mischen der Betonersatzprodukte sollen beachtet werden.

(2) Die Mörtel sind mit der minimalen und maximalen Flüssigkeitszugabemenge anzumischen. Die Einwaage der Komponenten ist mit einer Genauigkeit von mindestens 1 ‰ vorzunehmen.

(3) Mischzeit und Mischabfolge sind vom Hersteller anzugeben. Typ des Zwangsmischers, Mischzeit und Mischabfolge sind im Prüfbericht anzugeben.

(4) Die Konsistenz ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß DIN EN 1015-3 zu ermitteln.

(5) Die Rohdichte ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß DIN EN 1015-6 zu ermitteln. Art und Dauer der Verdichtung sind im Prüfbericht anzugeben.

(6) Der Luftgehalt ist unmittelbar nach dem Mischen bzw. der ggf. vom Hersteller angegebenen Reifezeit gemäß DIN EN 1015-7 zu ermitteln. Art und Dauer der Verdichtung sind im Prüfbericht anzugeben.

#### **A1.10 Konsistenzänderung Frischmörtel**

(1) Die Konsistenzänderung ist anhand der Veränderung des Ausbreitmaßes nach Anhang A1.9 zu beurteilen. Die Prüfungen erfolgen im Normalklima DIN 50014-23/50-2 mit den auf  $(5 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  und  $(30 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  vortemperierten Ausgangsstoffen und Mischwerkzeugen.

(2) Das Ausbreitmaß gemäß Anhang A1.9 ist zusätzlich in viertelstündigen Abständen bis zu einer Gesamtzeit von 1,5 h sowie 2 h, 3 h, 4 h, 5 h und 6 h nach dem Mischen jeweils an derselben Probe zu bestimmen. Zwischen den einzelnen Prüfungen ist die Probe in einem abgedeckten Behälter sowie die Mischwerkzeuge bei den jeweiligen Temperaturen zu lagern. Unmittelbar vor jeder Prüfung ist die Probe 15 s durchzumischen (geringe Drehzahl des Mixers nach DIN EN 196-1). Die Ergebnisse sind grafisch darzustellen.

## **A2 Prüfungen für Rissfüllstoffe**

### **A2.1 Rissfüllstoffe für Risse und Hohlräume und zugehörige Injektionsverfahren**

#### **A2.1.1 Prüfung am Verbundsystem: Kraftschlüssiger polymerer Rissfüllstoff F(P) im Riss**

##### **A2.1.1.1 Allgemeines**

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit polymeren Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen (z.B. Epoxidharz) erfolgt an zwei Stahlbetonbalken gemäß Bild A2.1, die unter den Prüfkraften in einen gerissenen Zustand versetzt werden. Balken 1 dient der Prüfung unter statischer Last, Balken 2 unter Schwellast in Abhängigkeit von:

- Rissbreite
- Rissbreitenänderung während der Erhärtung
- Prüftemperatur

(2) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten sind für die Grundprüfung vom Hersteller durchzuführen. Wird die Injektion der Balken mit einem einkomponentigen Gerät ausgeführt, darf die fertiggestellte Mischung erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektionstätigkeit ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer gewährleistet. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit ist die um 15 Minuten verkürzte Verarbeitbarkeitsdauer.

##### **A2.1.1.2 Probekörper, Versuchsaufbau**

(1) Der in Bild A2.1 dargestellte Probekörper wird bei Raumklima hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

(2) Im Alter von 10 bis 15 Tagen werden am zwangsfrei gelagerten Probekörper Risse erzeugt. Hierzu wird die gemäß Bild A2.1 aufgebrachte Prüfkraft soweit gesteigert, bis die größten Rissbreiten 0,15 mm bis 0,35 mm betragen. Die zugehörige Prüfkraft wird als Oberlast definiert. Zur Definition einer Unterlast werden drei Hauptrisse im mittleren Balkenabschnitt mit Wegmesselementen bestückt und die Prüfkraft soweit gemindert, bis eine Abnahme der größten Rissbreiten um ca. 0,05 mm erfolgt.

(3) Die Rissbreiten und Änderungen werden in der Höhenlage der unteren Längsbewehrung gemessen.

##### **A2.1.1.3 Injektion (F-I (P))**

(1) An den gemäß Absatz A2.1.1.2 vorbereiteten Probekörpern wird die Injektion bei der niedrigsten Anwendungstemperatur durchgeführt. Die niedrigste Anwendungstemperatur (Bauteiltemperatur)  $T_{\min}$  ergibt sich als der Höchstwert aus folgenden Bedingungen:

- $T_{\min} \geq 8 \text{ °C}$
- Temperatur, bei der die Zugfestigkeit von mindestens 3,0 N/mm<sup>2</sup> gemäß DIN EN ISO 9514, innerhalb von 48 Stunden, jedoch nicht länger als 72 Stunden erreicht wird.
- Temperatur, bei der bei großen täglichen Rissbreitenänderungen  $\Delta w > 0,10 \text{ mm}$  die Festigkeit innerhalb von 10 h mindestens 3,0 N/mm<sup>2</sup> beträgt.

(2) Balken 1 wird bei Unterlast mit Packern gemäß Bild A2.2 belegt und verdämmt. Die Injektion erfolgt nach Erhärten des Verdämmstoffes unter statischer Last in Höhe der Oberlast.

(3) Balken 2 wird bei Unterlast mit Packern gemäß Bild A2.2 belegt und verdämmt. Die Injektion erfolgt nach Erhärten des Verdämmstoffes unter Schwelllast, mit einer Frequenz von ca. 0,6 Hz zwischen Ober- und Unterlast.

(4) In der Regel werden die Risse bei trockenem (DY) Zustand gefüllt. Werden vom Hersteller in den Angaben zur Ausführung andere Feuchtezustände definiert, so sind diese bei den Prüfbedingungen zu berücksichtigen.

(5) Nach einer Erhärungszeit von ca. 3 Tagen unter den Belastungsbedingungen der Injektion werden die Balken entlastet und die Verdämmung entfernt.

#### **A2.1.1.4 Überlastungsversuch**

(1) Beim Überlastungsversuch ist die Belastung innerhalb von einer Stunde in mehreren Stufen bis zum Erreichen der Fließgrenze der Bewehrung zu steigern. In den einzelnen Laststufen werden die gefüllten Risse sorgfältig beobachtet und neu entstandene Risse registriert.

#### **A2.1.1.5 Füllgradbestimmung**

(1) Je 2 Bohrkern Ø 100 mm sind an jedem Riss zu entnehmen. Die Bohrachsen liegen ca. 15 cm bzw. 50 cm von Unterkante Balken entfernt. Zur Beurteilung der Injektionsqualität sind die Bohrkern in Scheiben zu sägen oder in der Rissebene zu spalten.

(2) Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkern mit einem Füllgrad von mindestens 80 % gefüllt sind, sichtbar gemacht an Schnittflächen von in Scheiben geschnittenen Bohrkernen, oder an in der Rissebene gespaltenen Bohrkernen. Systembedingte Poren sind hierbei als gefüllt zu werten.

#### **A2.1.1.6 Prüfbericht**

(1) Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Epoxidharz mit Hinweis auf Grundprüfung bzw. Kennzeichnung der entnommenen Proben
- Beschreibung des Injektionsverfahrens
- Dokumentation des zeitlichen Versuchsablaufs
- Erfassung aller Versuchsdaten wie Rissbreiten, Rissbreitenänderungen, Ober- und Unterlast, Rissbild vor dem Füllen der Risse, Ort der Packer, Höchstlast im Überlastungsversuch, Rissbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestellen und Kennzeichnung
- Dokumentation des Arbeitsablaufs bei der Füllung der Risse
- Dokumentation aller zur Beurteilung der Grundprüfung erforderlichen Versuchs- und Prüfergebnisse (Tabelle 27)
- Angaben der temperaturabhängigen Verarbeitbarkeitsdauer
- Beurteilung der Grundprüfung

(2) Der Prüfbericht muss mit einer Gesamtbeurteilung schließen, aus der die Anwendbarkeit von Rissfüllstoff und Injektionsverfahren und allen sich ergebenden Einschränkungen hervorgeht.

## **A2.1.2 Prüfungen am Verbundsystem: Kraftschlüssiger hydraulisch härtender Rissfüllstoff F(H) im Riss**

### **A2.1.2.1 Allgemeines**

(1) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit hydraulisch härtenden Rissfüllstoffen zum kraftschlüssigen Füllen F(H) (Zementleim (ZL), Zementsuspension (ZS)) erfolgt

- an Kleinprobekörpern gemäß Bild A2.4 (F(H) - Prüfmart 1)
- am Stahlbetonbalken gemäß Bild A2.1 (F(H) - Prüfmart 2).

(2) Die Grundprüfung des Injektionsverfahrens mit hydraulisch härtenden Rissfüllstoffen zum Füllen von Hohlräumen erfolgt an Einkornbetonzylindern gemäß Bild A2.5 (F (H) Prüfmart 3).

(3) Prüfmart 1 soll Aufschluss geben über altersabhängige Festigkeitseigenschaften und Füllgrad der hydraulisch härtenden Rissfüllstoffe im Riss beim Variieren der Parameter

- Rissbreite
- Feuchtezustand von Rissen/Rissflanken
- Probekörper-/Umgebungstemperatur.

(4) Prüfmart 2 soll Aufschluss geben über die Injizierbarkeit des F (H) in Risse und Eignung des Injektionsverfahrens unter praxisnahen Injektionsbedingungen unter Beachtung der Anwendungsbereiche bzw. Füllziele.

(5) Prüfmart 3 soll Aufschluss geben über

- die ausreichende Injizierbarkeit zum vollständigen Füllen durchgängiger Hohlräume
- die Druckfestigkeit der gefüllten Probekörper.

(6) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten für die Grundprüfung sind vom Hersteller durchzuführen. Für die Injektion des Stahlbetonbalkens (Prüfmart 2) darf die fertiggestellte Mischung erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektion ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der Verarbeitbarkeitsdauer sicherstellt. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit beträgt: Verarbeitbarkeitsdauer abzüglich ca. 15 Minuten.

(7) Die höchstzulässige, temperaturabhängige Verarbeitbarkeitsdauer wird nach den Angaben des Herstellers und nach dem Prüfergebnis der Injektion am Stahlbetonbalken von der Prüfstelle festgelegt.

### **A2.1.2.2 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfmart 1)**

(1) Zur Beurteilung der Festigkeitseigenschaften von F(H), erhärtet im Riss, werden Einzelrisse definierter Rissbreite in Kleinprobekörpern 250 mm x 250 mm x 50 mm gemäß Bild A2.4 mit F(H) gefüllt. Prüfbedingungen und Prüfumfang regelt Tabelle A2.1.

(2) An jedem Kleinprobekörper wird im Mindestalter von 7 Tagen im weggeregelten Dreipunktbiegeversuch ein Riss erzeugt. Im Anschluss daran wird mit Hilfe eines Stahlrahmens eine definierte Rissbreite für ZL von  $w = 0,8$  mm und für ZS von  $w = 0,25$  mm eingestellt, Einstellgenauigkeit  $\pm 20$  %, gemessen an der Probekörperunterseite.

Tabelle A2.1 F(H)-Prüfart 1 und 2 Durchführung der Prüfungen;  
Anzahl der Probekörper, Anzahl der Risse und Prüfbedingungen

Nr.	Prüfart	Anzahl der – Probekörper (Prüfart 1) – Risse (Prüfart 2)			Injektion bei Probekörper- /Umgebungs- temperatur	Lagerung	Prüfalter
		Zustand der Risse Rissflanken					
		DY dry)	DP (damp)	WT (wet)	[°C]	[°C]	[d]
2	1	3	3	-	RT	RT	2
3	1	-	3	-	n. A.	10 ± 2	2
4	1	3	3	3	RT	RT	7
5	1	-	3	-	n. A.	10 ± 2	7
6	1	-	-	3	RT	RT	28
7	1	-	-	3	RT	RT (7 d), anschließend 40 ± 1 (21 d)	28
8	2	≥ 2	-	≥ 3	RT	RT	7

DY (trocken) Rissflanken trocken (ohne Wasserbehandlung)

DP (feucht) Der verdämmte Riss wird 1h vor der Injektion einmal mit Wasser gefüllt, nach 10 min mit Druckluft ausgeblasen und anschließend injiziert.

WT (wassergefüllt) Der verdämmte Riss wird wassergefüllt und unmittelbar anschließend injiziert.

n. A. niedrigste Anwendungstemperatur ( $5 \pm 1$  °C bzw. Temperatur gemäß Angaben zur Ausführung)

RT Raumtemperatur

(3) Alle Risse derart vorbereiteter Probekörper werden vor dem Injizieren an der Unterseite mit einem Packer (Bild A2.4) bestückt und bis auf eine Entlüftungsöffnung an der Risswurzel mit einer Verdämmung versehen.

(4) Nach Aushärtung der Verdämmung (ca. 1 Tag) werden die Risse mit ZL oder ZS bei vorgesehenen Feuchtezuständen – trocken (DY), feucht (DP) und drucklos wasserführend (WT) – der Risse/Rissflanken mit Hilfe der zum Injektionsverfahren gehörenden Geräte gefüllt.

#### A2.1.2.3 Festigkeitsentwicklung im Riss (Prüfart 1)

(1) Vor der Festigkeitsprüfung wird die Verdämmung entfernt. Die Stahlrahmen bleiben bis kurz vor der Überlastung an den Probekörpern befestigt.

(2) Die Überlastung der injizierten Kleinprobekörper erfolgt 2, 7 bzw. 28 Tage nach der Injektion im Dreipunktbiegeversuch mit einer Belastungsrate von 1300 N/s.

(3) Im Prüfbericht sind die über die Bruchlast ermittelte Biegezugfestigkeit, der Füllgrad im Riss und die Bruchart anzugeben.

#### **A2.1.2.4 Füllgradbestimmung (Prüfart 1)**

(1) Die Probekörper der Prüfart 1 werden nach der Bestimmung der Festigkeitsentwicklung (Abschnitt A2.1.2.3) so weit überlastet, bis die Bewehrung versagt. Die sichtbaren Bruchflächen werden bis unterhalb der Bewehrungslage bzw. bis zu einer Rissbreite von 0,2 mm für ZL und 0,05 mm für ZS beurteilt. Als Füllgrad wird der mit Zementleim oder Zementsuspension benetzte Flächenanteil angegeben.

#### **A2.1.2.5 Probekörper, Versuchsaufbau für Rissinjektion (Prüfart 2)**

(1) Der in Bild A2.1 dargestellte Probekörper wird aus Beton der Festigkeitsklasse C 30/37 bei Raumklima hergestellt, nachbehandelt und gelagert. Im Alter von 10 bis 15 Tagen werden am zwangsfrei gelagerten Probekörper Risse erzeugt. Hierzu wird die gemäß Bild A2.1 aufgebrachte Prüfkraft gesteigert, bis in Höhe der Bewehrungslagen für ZL die Rissbreite ( $0,80 \pm 0,05$ ) mm (weitere Risse bis 1,30 mm), für ZS ( $0,20 \pm 0,05$ ) mm (weitere Risse bis 0,50 mm) beträgt. Die zugehörige Prüfkraft wird als Injektionslast definiert.

(2) Die Anordnung der Packer und der Verdämmung ist in Bild A2.3 dargestellt.

(3) Eine Hälfte des Balkens wird bei trockenen Rissen/Rissufern injiziert, die andere Hälfte unter wasserführenden Bedingungen, erzielt durch Wasserspülen der Risse über die einbetonierten Druckschläuche unmittelbar vor der Injektion. Einer der im trockenen Zustand injizierten Risse muss in Höhe der Bewehrungslage eine Rissbreite von  $w = 0,25$  mm, Einstellgenauigkeit  $\pm 20$  %, aufweisen.

(4) Die Injektion wird bei Raum- und Probekörpertemperaturen von ca. 20 °C durchgeführt. Nach einer Erhärtungszeit von zwei Tagen unter den Belastungsbedingungen der Injektion wird der Balken entlastet und die Verdämmung entfernt. An dem Probekörper sind nach der Injektion Dichtheit und Füllgrad der Risse zu bestimmen.

#### **A2.1.2.6 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)**

(1) Beim Überlastungsversuch ist die Belastung innerhalb von rd. 1 Stunde in mehreren Stufen zu steigern. In den einzelnen Laststufen werden die injizierten Risse auf Wasseraustritt kontrolliert. Hierzu werden die Druckschläuche während des Belastungsvorgangs bei max. 1 bar Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden bzw. erneut aufgerissen sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind undichte Stellen der einzelnen Risse und die Lasten bei Entstehung neuer Risse.

#### **A2.1.2.7 Füllgradbestimmung nach Rissinjektion (Prüfart 2)**

(1) Je Riss sind mindestens 3 Bohrkerne ( $d = 100$  mm), über die Höhe verteilt, zu entnehmen. Die Vollständigkeit der Füllung gilt als nachgewiesen, wenn Bohrkerne zu mindestens 80 % gefüllt sind (Füllgrad). Der Füllgrad ist an Schnittflächen von Scheiben geschnittener Bohrkerne oder an der Rissebene gespaltenen Bohrkerne zu bestimmen.



#### **A2.1.2.8 Probekörper, Versuchsaufbau für Hohlrauminjektion (Prüfart 3)**

(1) Zur Prüfung der Verarbeitbarkeitsdauer im Hinblick auf eine ausreichende Injizierfähigkeit zum vollständigen Füllen von durchgängigen Hohlräumen und zur Ermittlung der Druckfestigkeit des mit ZL/ZS injizierten Einkornbetons werden drei Probekörper gemäß Bild A2.5 mit ZL/ZS mit zugehörigem Injektionsverfahren gefüllt. Zusätzlich werden weitere drei Prüfkörper ( $d = 100 \text{ mm}$ ,  $h = 100 \text{ mm}$ ) hergestellt, die nicht injiziert werden; sie dienen zur Ermittlung der Vergleichsdruckfestigkeit.

(2) Die Probekörper werden aus einem Einkornbeton mit ungebrochenem Kies als Zuschlag (G) mit 8/16 mm Körnung und einem Zement (Z) CEM I 32,5 R hergestellt. Das Mischungsverhältnis g/z/w in Gewichtsteilen beträgt 9/1/ 0,38.

(3) Jeder einzelne Probekörper wird rd. 24 Stunden vor der Injektion mit ZL/ZS zur Ermittlung des von ihm aufnehmbaren Füllvolumens mit Wasser vorinjiziert. Die nach 1 Stunde aus dem vollständig wassergefüllten Probekörper wieder abgelassene Wassermenge wird festgehalten. Letztere wird mit dem zu füllenden Hohlraumgesamtvolumen gleichgesetzt.

(4) Die Injektion mit ZL/ZS erfolgt im Alter der Probekörper von mindestens 7 Tagen bei Raumtemperatur. Die gesamte, zu injizierende Füllstoffmenge wird vor der Injektion gemischt und aufbereitet. Die Injektion der Probekörper erfolgt mit verfahrenseigenem Druck in drei Zeitintervallen: sofort nach dem Aufbereiten, nach 1 und nach 2 Stunden. Bei den ersten beiden Injektionsintervallen wird jeweils ca. ein Drittel der zu injizierenden Gesamtmenge des Zementleims (Zementsuspension) in die Probekörper gefüllt. Nach 2 Stunden wird so lange injiziert, bis aus der Entlüftungsöffnung Zementleim (Zementsuspension) austritt oder bei Aufrechterhaltung des Injektionsdrucks während 5 Minuten kein Zementleim (Zementsuspension) mehr gefördert werden kann. Die in den einzelnen Zeitintervallen injizierten Mengen von Zementleim oder Zementsuspension sind festzuhalten.

(5) Unmittelbar vor jedem Zeitintervall der Injektion sind die Rohdichte und die Auslaufzeit des Zementleims (Zementsuspension) gemäß den DIN EN 14117 zu bestimmen und das zu beobachten.

#### **A2.1.2.9 Füllgradbestimmung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)**

(1) 27 Tage nach der Injektion ist aus dem unteren, mittleren und oberen Drittel der injizierten Probekörper parallel zur Injektionsrichtung je 1 Bohrkern ( $d = 100 \text{ mm}$ ) zu entnehmen.

(2) Die Füllqualität ist an den Mantelflächen der Bohrkern zu beurteilen.

(3) Im Prüfbericht ist der Füllgrad als Verhältnis zwischen Volumen des Zementleims (Zementsuspension) und dem Volumen des nach 1 Stunde wieder abgelassenen vorinjizierten Wassers zu berechnen und anzugeben. Zusätzlich ist der Zustand der Mantelflächen als Beurteilung der Injektionsqualität zu beschreiben.

#### **A2.1.2.10 Druckfestigkeitsmessung nach Hohlrauminjektion (Prüfart 3)**

(1) Im Alter von 28 Tagen ist die Druckfestigkeit an den Bohrkernen gemäß DIN 1048-2: 1991-06, Abschnitt 5.1.1, zu bestimmen und den Werten von nicht injizierten Proben gegenüberzustellen

(2) Die Druckfestigkeiten und das Verhältnis der Druckfestigkeiten zwischen injizierten und nicht injizierten Probekörpern sind anzugeben.

#### **A2.1.2.11 Prüfbericht**

(1) Der Prüfbericht ist entsprechend Abschnitt A2.1.1.6 mit folgenden Ergänzungen abzufassen:

- Prüfmart 1:
  - Tabellarische Zusammenfassung aller Prüfergebnisse
- Prüfmart 2:
  - Dokumentation des zeitlichen Prüfablaufs
  - Erfassung aller Prüfdaten, wie Rissbreiten, Injektionslast, Rissbild vor dem Füllen der Risse, Ort der Packer, Höchstlast im Überlastungsversuch, Rissbild nach Überlastung, Bohrkernentnahmestellen und Kennzeichnung
  - Dokumentation aller zur Beurteilung der Prüfung erforderlichen Ergebnisse
- Prüfmart 3:
  - Dokumentation aller Prüfdaten wie Kennwerte des Einkornbetons, seine Zusammensetzung und Rohdichte vor und nach dem Füllen, injizierte und wieder abgelassene Wassermenge; Rohdichte des Zementleims oder Zementsuspension, Auslaufzeiten und Sedimentationsverhalten des Zementleims oder Zementsuspension, Bohrkernentnahmestellen und deren Kennzeichnung.

#### **A2.1.3 Prüfungen am Verbundsystem: Dehnbares Füllen von Rissen mit polymeren Rissfüllstoffen D(P)**

##### **A2.1.3.1 Allgemeines**

(1) Die Prüfungen des Injektionsverfahrens mit dehnbaren polymeren Rissfüllstoffen (z. B. Polyurethanharz (PUR) und Polyurethanschäum (SPUR)) erfolgen an:

- Kleinprobekörpern gemäß Bild A2.6 (Prüfmart 1)
- Stahlbetonbalken gemäß Bild A2.1 (Prüfmart 2).

(2) Prüfmart 1 dient der Ermittlung der Grunddaten der Dehnbarkeit eines unmittelbar oder nach einer vorangegangenen SPUR-Injektion in den Riss gefüllten PUR in Abhängigkeit von:

- Rissbreite
- Prüftemperatur
- Feuchtezustand von Rissen/Rissflanken.

(3) Prüfmart 2, Balken 1, dient dem Nachweis der dehnungsabhängigen Dichtheit unter praxisnahen Injektionsbedingungen für D-I (P).

(4) Prüfmart 2, Balken 2, dient demselben Zweck nach einer vorangegangenen SPUR-I.

(5) Alle mit der Injektion zusammenhängenden Arbeiten sind für die Grundprüfung vom Hersteller durchzuführen.

(6) Wird die Injektion der Balken nach Prüfmart 2 mit einem Einkomponenten-Gerät durchgeführt, darf der frisch angemischte dehnbare Rissfüllstoff erst nach einer Wartezeit verarbeitet werden, die eine Beendigung der Injektionstätigkeit ungefähr gleichzeitig mit dem Ablauf der temperaturbedingten Verarbeitbarkeitsdauer ermöglicht. Die hierzu gehörende, geschätzte Mindestwartezeit beträgt: Verarbeitbarkeitsdauer abzüglich ca. 15 min.

#### **A2.1.3.2. Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 1)**

(1) Die Prüfungen sind gemäß DIN EN 12618-1 durchzuführen.

#### **A2.1.3.3 Probekörper, Versuchsaufbau (Prüfart 2)**

(1) Es werden zwei Balken geprüft. Die Probekörper werden bei Raumtemperatur gemäß Bild A2.1 hergestellt, nachbehandelt und gelagert.

(2) Im Alter von 10 d bis 15 d werden am zwangsfrei gelagerten, gemäß Bild A2.1 belasteten und im Bereich der Einkerbungen mit Wegmesselementen bestückten Balken Risse mit Breiten von 0,3 mm bis 0,5 mm in Höhe der Bewehrungslage erzeugt. Die zugehörige Prüfkraft wird als Injektionslast definiert. Bild A2.7 zeigt den Messstellenplan.

(3) Bohrpackerabstände und Verdämmung der Balken sind in Bild A2.8 dargestellt. Die Anordnung von Klebpackern dient nur der Entlüftung und Kontrolle. Sie sind nicht für die Injektion zu nutzen.

(4) Der Feuchtezustand der Risse bzw. Rissflanken wird wie folgt definiert:

- Balken 1:  
Eine Hälfte "trocken", d.h. ohne Wasserbehandlung; andere Hälfte feucht, erzielt durch Wasserspülen der Risse über die Injektionsschläuche unmittelbar vor der Injektion.
- Balken 2:  
Unter Druck wasserführend, erzeugt durch während der Injektion aufrechterhaltene Wasserspülung mit einem Überdruck von 0,05 MPa über den oberen Druckschlauch.

(5) Balken 1 wird mit dem dehnbaren Rissfüllstoff, z.B. PUR, injiziert. Dabei sind zunächst die feuchten Risse bei einer Prüfkörpertemperatur von 18 °C zu füllen. Nach einer Erhärtungszeit von einem Tag wird innerhalb eines weiteren Tages der Balken auf die niedrigste Anwendungstemperatur abgekühlt und anschließend die Injektion der trockenen Risse durchgeführt. Die Erhärtungszeit beträgt bei dieser Temperatur weitere 3 Tage.

(6) Balken 2 wird bei einer Prüfkörpertemperatur von 18 °C zuerst mit SPUR über den der Wasserquelle am nächstgelegenen Bohrpacker (max. 2 Bohrpacker) solange injiziert, bis augenscheinlich der Wasserfluss soweit abgeschwächt ist, dass unmittelbar danach das über die restlichen Bohrpacker injizierte PUR nicht herausgespült wird. Die Erhärtungszeit beträgt 3 Tage.

(7) Nach Ablauf der vorgenannten Erhärtungszeiten werden die Balken entlastet, auf die Prüftemperatur von 15 °C gebracht und ggf. die Verdämmung entfernt. Die Prüfung beginnt am darauffolgenden Tag und besteht aus folgenden Teilen:

- Dichtheit im Belastungsversuch:  
Den Prüfvorgang stellt Bild A2.9 dar. Die Dichtheit wird durch Wasseraustritt aus dem injizierten Riss kontrolliert. Hierzu werden mit Wasser gefüllte Injektionsschläuche während des Belastungsvorgangs bei max. 0,1 MPa Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind die zu den einzelnen Rissen gehörenden maximalen Wegänderungen unter Angabe der zugehörigen Dichtheitsbeobachtungen.

– Füllgradbestimmung (Bohrkernprüfung):

Aus jedem injizierten Riss werden 4 Bohrkerne über die Risshöhe verteilt entnommen und nach Aufspalten der Kerne der Füllgrad – angegeben wird das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche – ermittelt.

(8) Alle Injektionsarbeiten werden unter Injektionslast durchgeführt.

**A2.1.3.4 Dehnbarkeitsmessung (Prüfart 1)**

(1) Die Prüfung der temperierten Probekörper erfolgt im Zugversuch (Bild A2.6). Die Spannschrauben werden im kraftschlüssig eingespannten Zustand bei gleichmäßiger Lockerung der Muttern entfernt. Während dieses Vorganges wird die Wegänderung durch Wegmessung kontrolliert. Der anschließende Zugversuch wird weggeregelt mit 0,1 mm/min durchgeführt. Die Wegänderungen und zugehörige Kräfte werden bis zum Erreichen des Bruchzustandes aufgezeichnet.

(2) Als Ergebnis eines Versuches werden die auf die definierte Rissbreite bezogenen Dehnungen, die rechnerische Zugfestigkeit, der Füllgrad (angegeben werden das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche) und die Versagensart (Kohäsions- bzw. Adhäsionsbruch) protokolliert.

**A2.1.3.5 Dichtheitskontrolle im Überlastungsversuch (Prüfart 2)**

(1) Den Prüfvorgang stellt Bild A2.9 dar. Die Dichtheit wird durch Wasseraustritt aus dem injizierten Riss kontrolliert. Hierzu werden die Druckschläuche während des Belastungsvorganges bei max. 0,1 MPa Überdruck gehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn alle Risse undicht geworden sind oder keine Laststeigerung mehr möglich ist. Zu protokollieren sind die zu den einzelnen Rissen gehörenden maximalen Wegänderungen unter Angabe der zugehörigen Dichtheitsbeobachtungen.

**A2.1.3.6 Füllgradbestimmung (Prüfart 2)**

(1) Aus jedem injizierten Riss werden 4 Bohrkerne, über die Risshöhe verteilt, entnommen. Nach Aufspalten der Kerne wird der Füllgrad ermittelt. Angegeben wird das prozentuale Verhältnis der mit PUR benetzten Fläche zur Rissfläche.



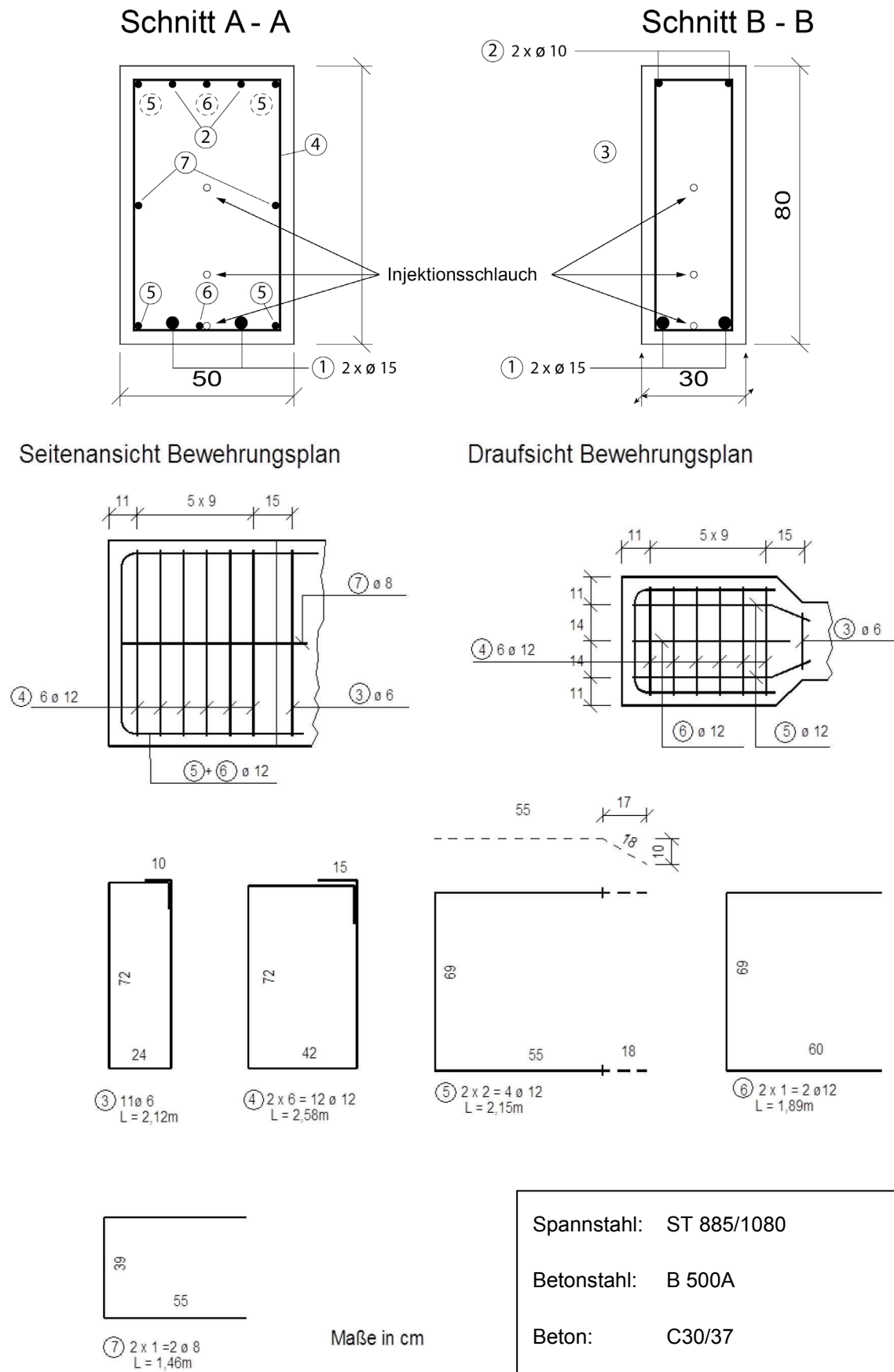
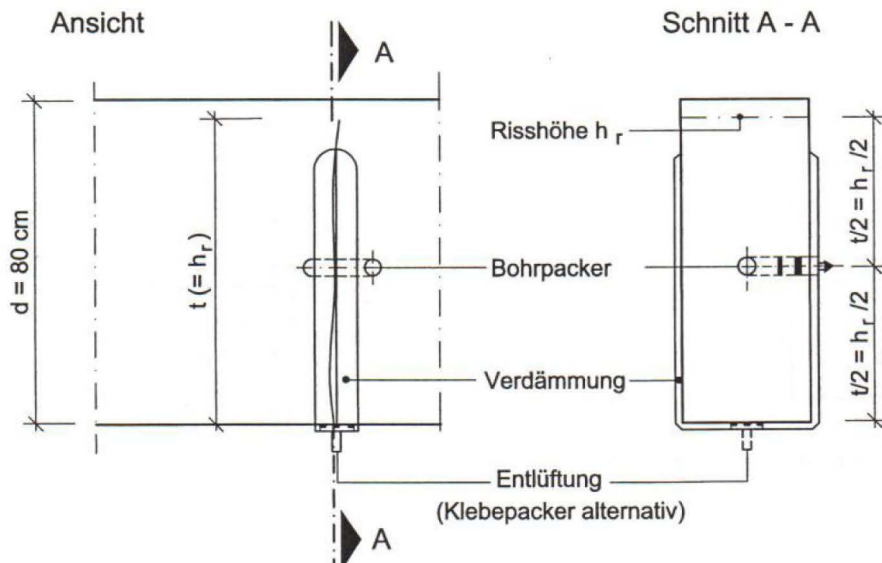
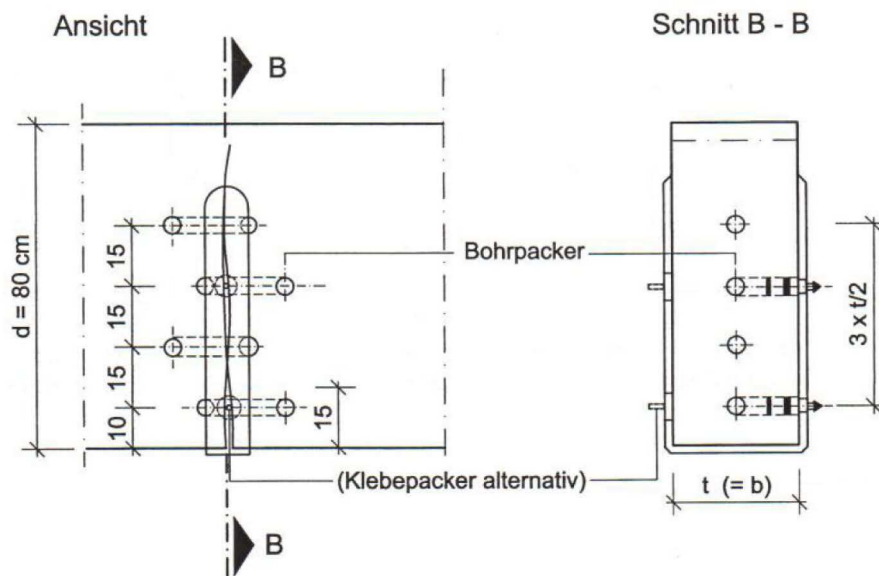


Bild A2.1 Probekörper für die Grundprüfung, Prüfmart 2 (Fortsetzung)



F-I (P) - Balken 1: Anordnung von Packern und Verdämmung



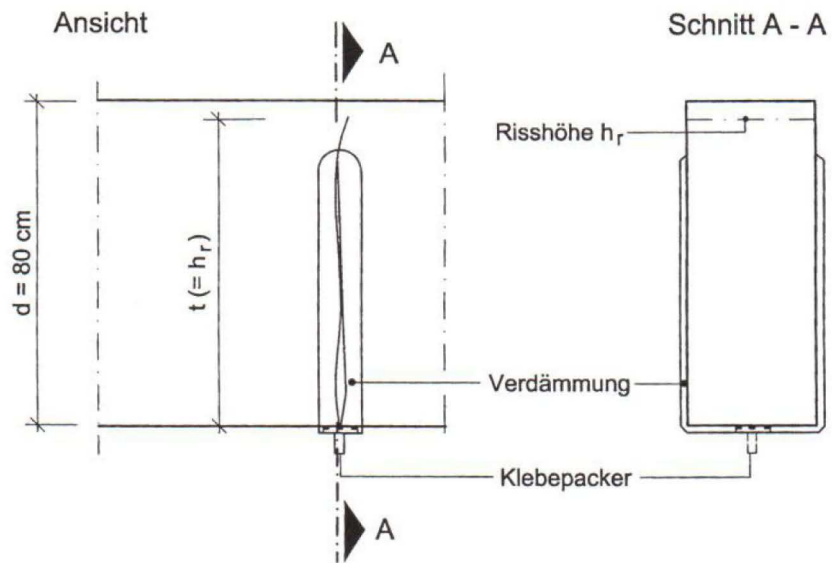
t Wirkungszone des Bohrpackers

b Bauteildicke

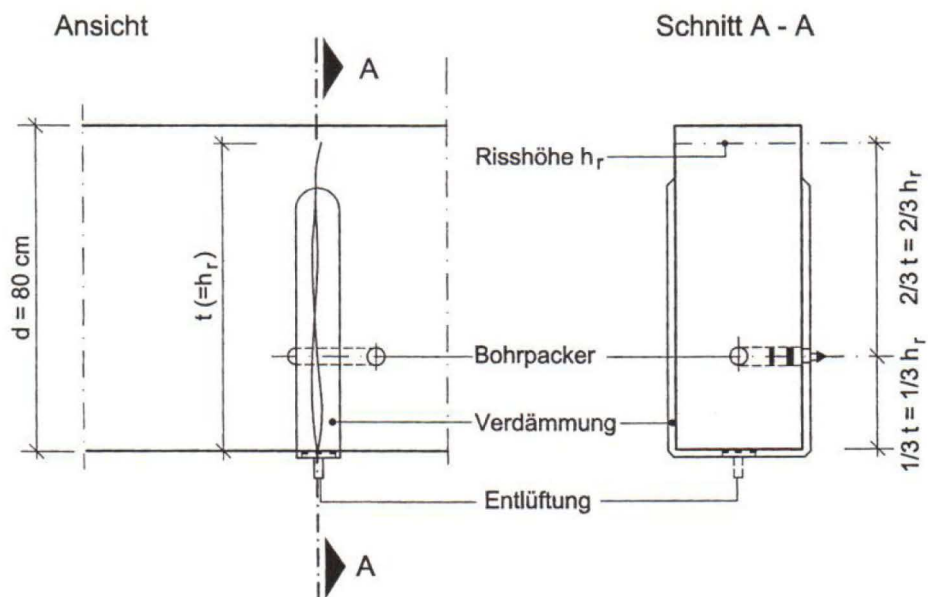
F-I (P) - Balken 2: Anordnung von Packern und Verdämmung

Bild A2.2

F-I (P): Anordnung von Packern und Verdämmung



F-I (H) – Prüfarm 2: Anordnung von Klebepackern und Verdämmung



F-I (H) – Prüfarm 2: Anordnung von Bohrpackern und Verdämmung

Bild A2.3

F-I (H): Anordnung von Packern und Verdämmung



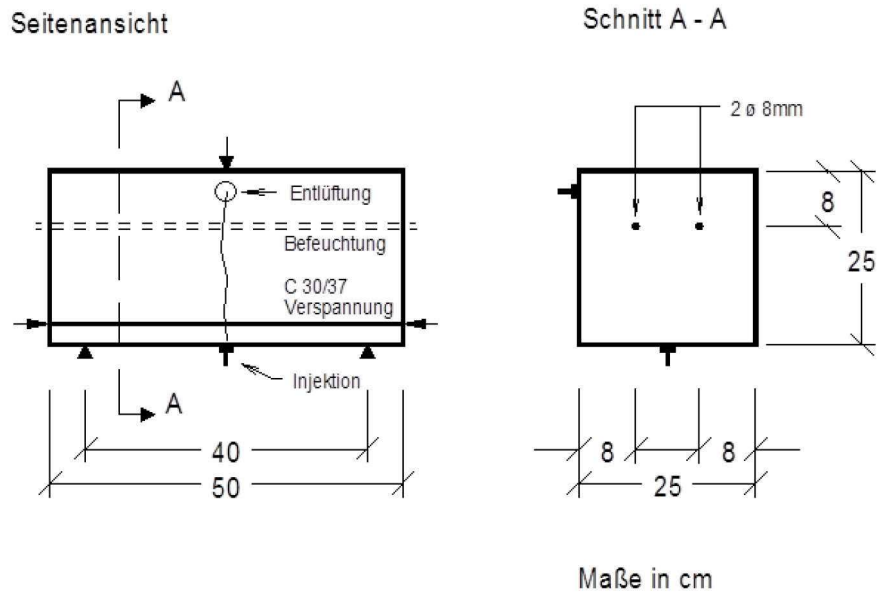


Bild A2.4 F(H) – Prüfstück 1 Kleinprobekörper

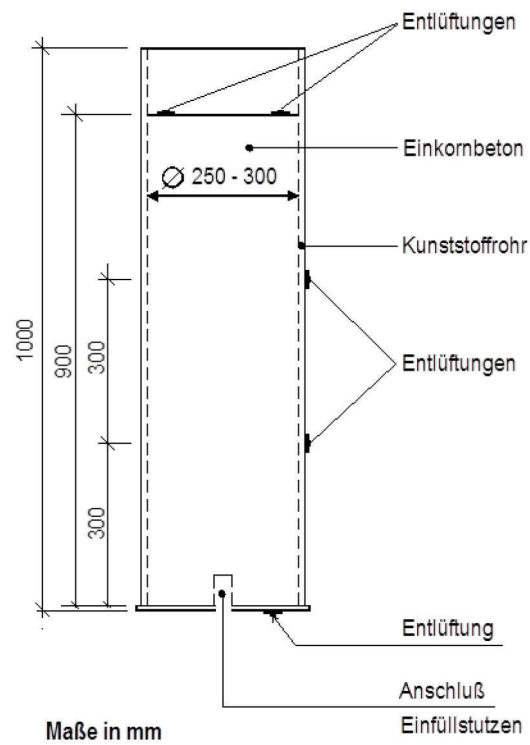
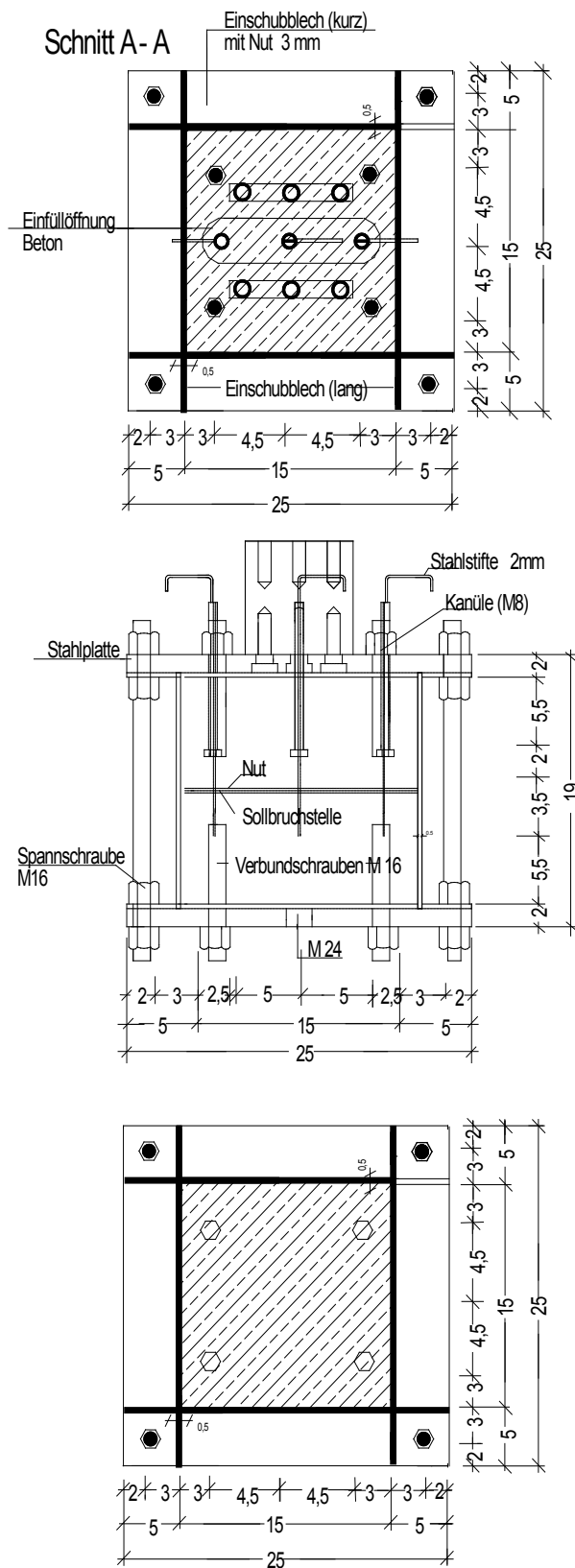
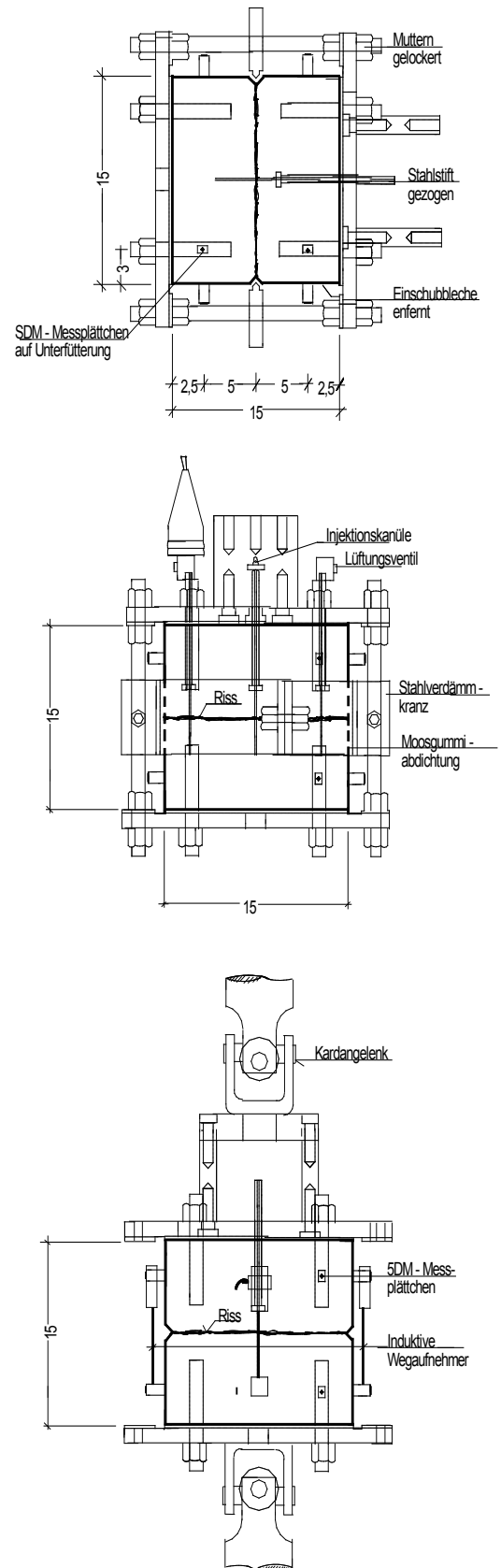


Bild A2.5 (H) - Prüfstück 3 Einkornbetonzylinder



a) Schalung



b) Versuchseinrichtung

Bild A2.6 D(P) – Prüfmart 1 Kleinprobekörper zur Ermittlung der Dehnbarkeit

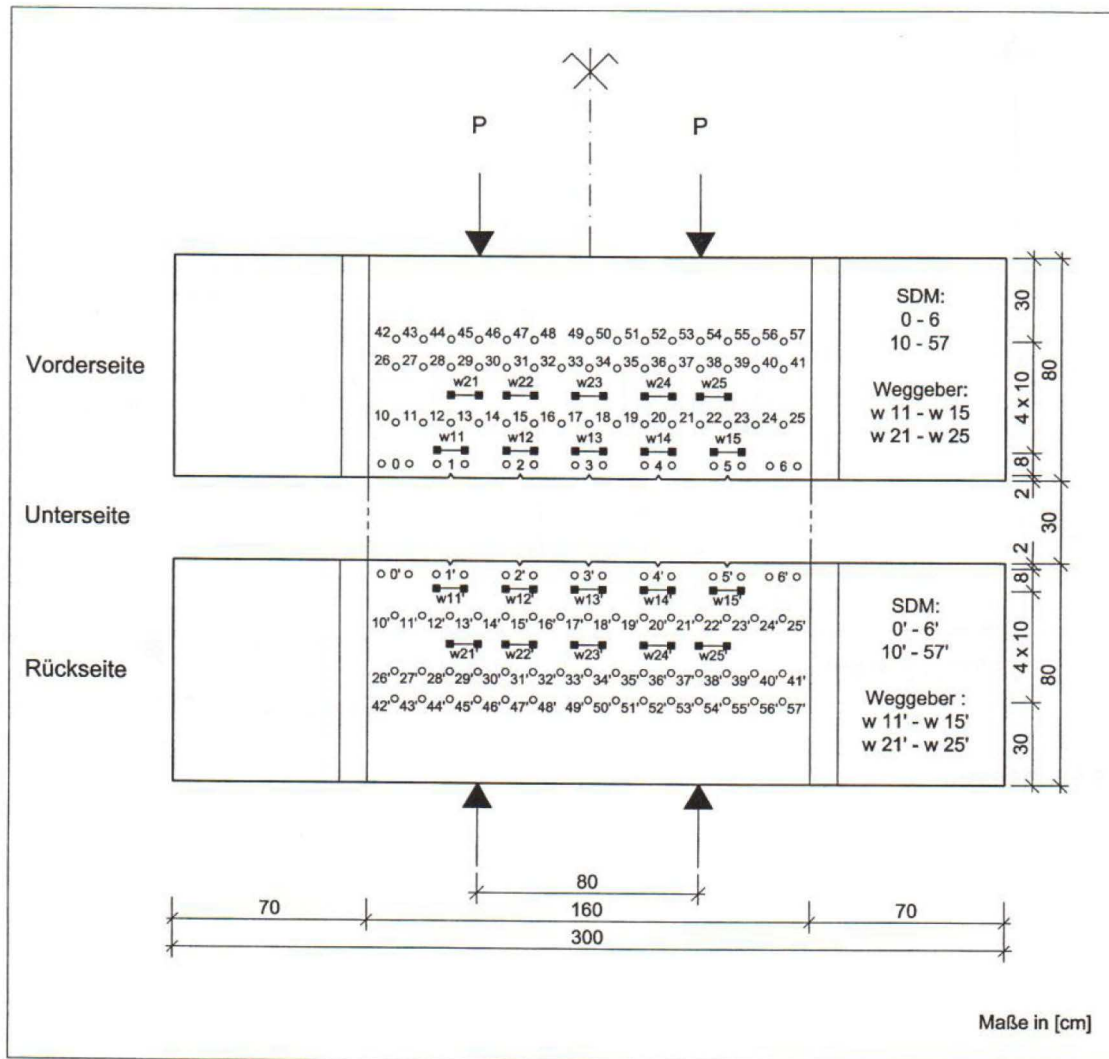
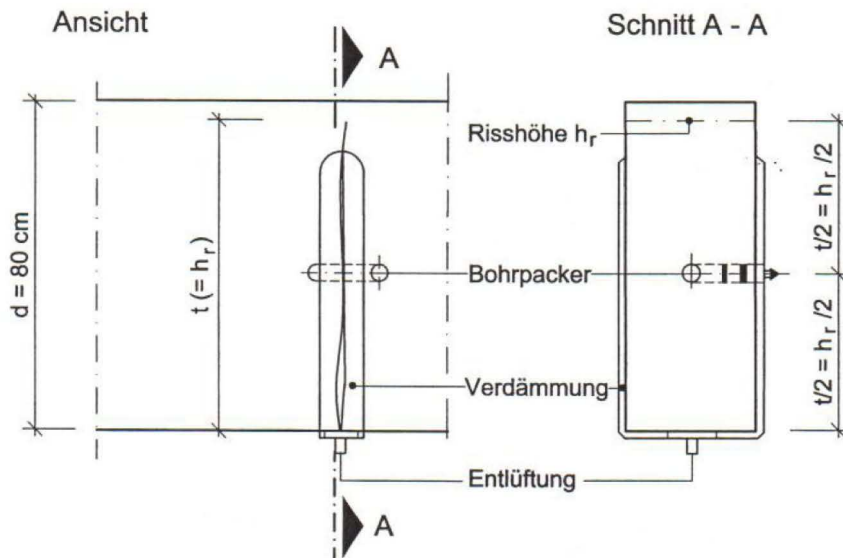
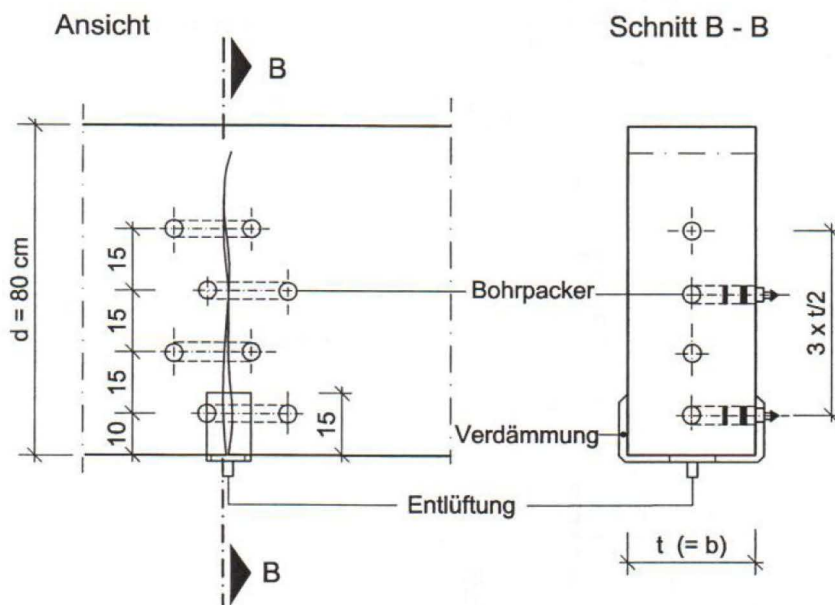


Bild A2.7 D(P) – Prüfmart 2 Messstellenplan



D(P) – Balken 1: Anordnung von Bohrpackern und Verdämmung



D(P) - Balken 2: Anordnung von Bohrpackern und Verdämmung

t Wirkungszone des Bohrpackers

b Bauteildicke

Bild A2.8

D(P) – Prüfmart 2 Anordnung der Packer

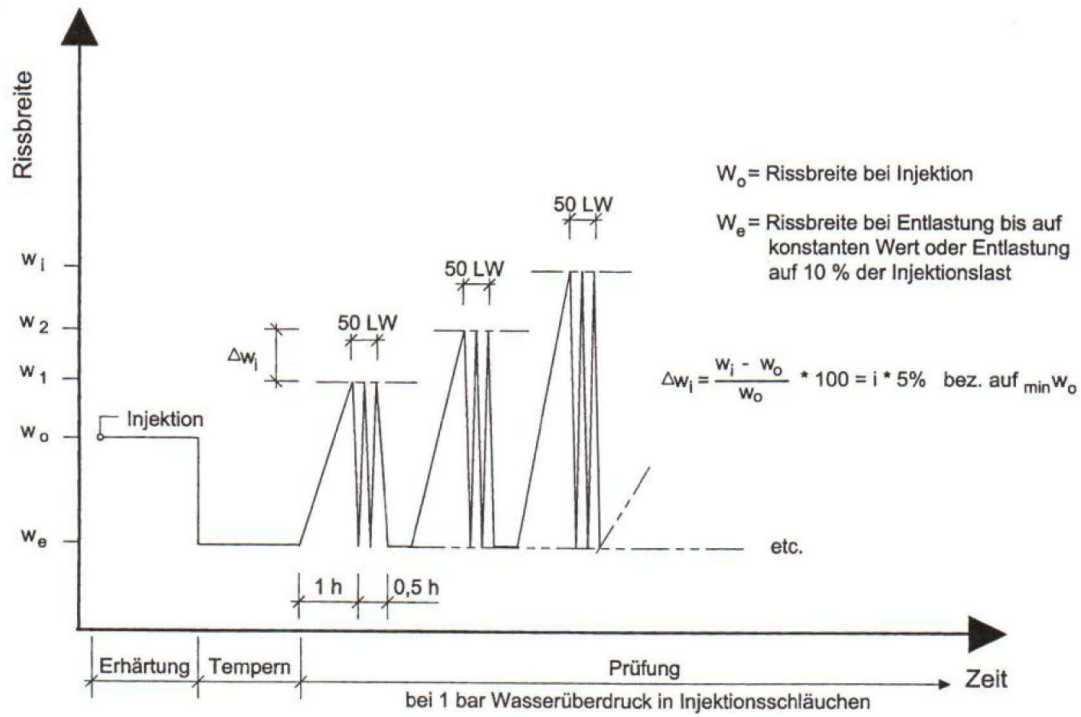


Bild A2.9 D(P) – Prüftart 2 Prüfungsvorgang